

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-336432

(43)Date of publication of application : 18.12.1998

(51)Int.Cl.

H04N 1/393
G06T 3/40

(21)Application number : 09-143927

(71)Applicant : DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD

(22)Date of filing : 02.06.1997

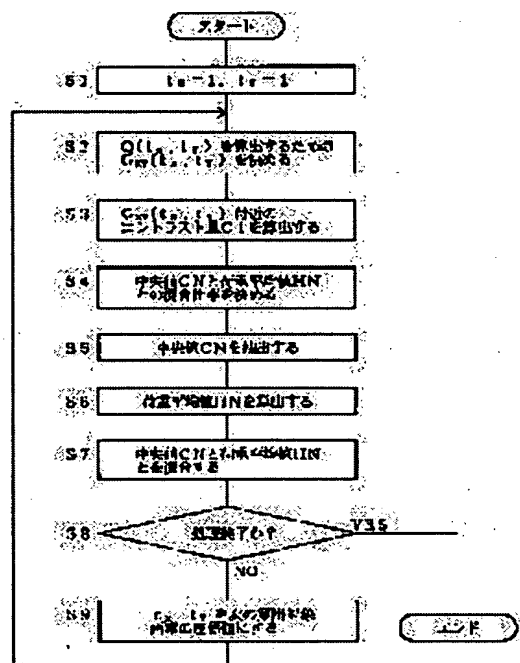
(72)Inventor : FURUKAWA ITARU

(54) IMAGE REDUCTION METHOD AND ITS DEVICE AND STORAGE MEDIUM RECORDING PROGRAM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce an image without deteriorating image quality by preventing edges from being fogged.

SOLUTION: A pixel block of a calculation object of an original image used to calculate density data of a calculation object pixel of a reduced image is decided depending on a reduction rate of the image (step S2), a contrast around the calculation object pixel block is calculated (step S3), and a mixture ratio of a median and a weighted means value in the calculation object pixel block is decided depending on the contrast (step S4). The median and the weighted mean value are calculated (steps S5, S6), and the median and the weighted mean value are mixed with the decided mixing ratio and the result is used for density data of the calculation object pixel of the reduced image (step S7). The density data of each pixel of the reduced image are obtained by repeating the processing above to obtain the reduced image (steps S1, S8, S9).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3452460

[Date of registration] 18.07.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-336432

(43)公開日 平成10年(1998)12月18日

(51)IntCl.⁹

H 0 4 N 1/393

G 0 6 T 3/40

識別記号

F I

H 0 4 N 1/393

G 0 6 F 15/66

3 5 5 C

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 25 頁)

(21)出願番号 特願平9-143927

(22)出願日 平成9年(1997)6月2日

(71)出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁

目天神北町1番地の1

(72)発明者 古川 至

京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神

北町1番地の1 大日本スクリーン製造株

式会社

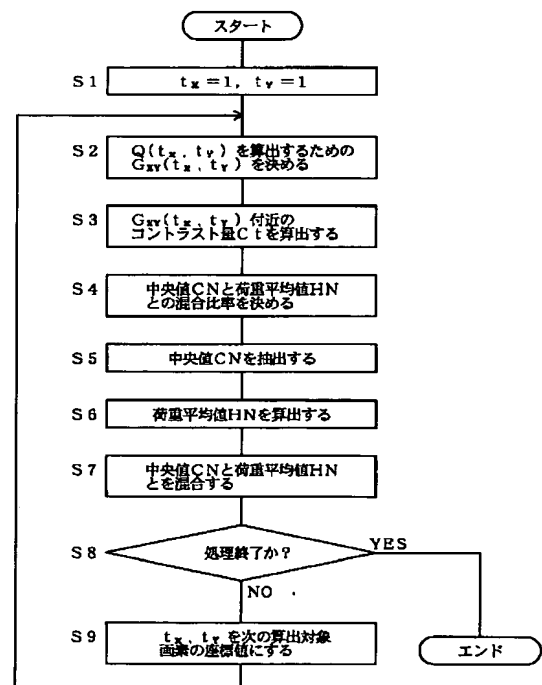
(74)代理人 弁理士 杉谷 勉

(54)【発明の名称】 画像縮小方法及びその装置並びにプログラムを記録した記憶媒体

(57)【要約】

【課題】 エッジのボケを防止し、画質の低下を招かずに画像を縮小する。

【解決手段】 縮小画像の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の縮小率に応じて決め(ステップS2)、その算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出し(ステップS3)、そのコントラスト量の値に応じて算出対象画素区画内の中央値と荷重平均値との混合比率を決める(ステップS4)。前記中央値を抽出するとともに前記荷重平均値を算出し(ステップS5、S6)、決定した混合比率で前記中央値と前記荷重平均値とを混合した結果を縮小画像の算出対象画素の濃度データとする(ステップS7)。上記処理を繰り返して縮小画像の各画素の濃度データを求めて縮小画像を得る(ステップS1、S8、S9)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 デジタルの原画像を縮小して縮小画像を得る画像縮小方法において、

(1-1) 前記縮小画像内の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の縮小率に応じて決める工程と、

(1-2) 前記原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出する工程と、

(1-3) 前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素を濃度データの大小順に並べたときに中央にくる1画素の濃度データ（以下、この濃度データを「中央値」という）と、前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値（以下、この荷重平均値を単に「荷重平均値」という）との混合比率を、前記コントラスト量の値が大きくなるに従って前記中央値の混合比率分を大きくし、前記コントラスト量の値が小さくなるに従って前記荷重平均値の混合比率分を大きくするように、前記コントラスト量の値に応じて決める工程と、

(1-4) 前記決定された混合比率で前記中央値と前記荷重平均値とを混合した結果を前記縮小画像の算出対象画素の濃度データとする工程と、

を備えて縮小画像の各画素の濃度データを求めることにより前記縮小画像を得ることを特徴とする画像縮小方法。

【請求項2】 デジタルの原画像を縮小して縮小画像を得る画像縮小方法において、

(2-1) 前記縮小画像内の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の縮小率に応じて決める工程と、

(2-2) 前記原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出する工程と、

(2-3) 前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素を濃度データの大小順に並べたときに両端部にくる最大値付近の1個以上の画素の平均濃度データと最小値付近の1個以上の画素の平均濃度データとのうち、前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値に近い方の平均濃度データ（以下、この選択された平均濃度データを「最大／最小選択値」という）と、前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値（以下、この荷重平均値を単に「荷重平均値」という）との混合比率を、前記コントラスト量の値が大きくなるに従って前記最大／最小選択値の混合比率分を大きくし、前記コントラスト量の値が小さくなるに従って前記荷重平均値の混合比率分を大きくするように、前記コントラスト量の値に応じて決める工程と、

(2-4) 前記決定された混合比率で前記最大／最小選択値と前記荷重平均値とを混合した結果を前記縮小画像の算出対象画素の濃度データとする工程と、

を備えて縮小画像の各画素の濃度データを求めることにより前記縮小画像を得ることを特徴とする画像縮小方法。

【請求項3】 デジタルの原画像を縮小して縮小画像を得る画像縮小装置において、

原画像を記憶する原画像記憶手段と、

前記縮小画像の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の縮小率に応じて決める算出対象画素区画決定手段と、

10 前記原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出するコントラスト量算出手段と、

前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素を濃度データの大小順に並べたときに中央にくる1画素の濃度データ（以下、この濃度データを「中央値」という）を抽出する中央値抽出手段と、

前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値（以下、この荷重平均値を単に「荷重平均値」という）を算出する荷重平均値算出手段と、

20 前記コントラスト量の値が大きくなるに従って前記中央値の混合比率分を大きくし、前記コントラスト量の値が小さくなるに従って前記荷重平均値の混合比率分を大きくするように、前記コントラスト量の値に応じて前記中央値と前記荷重平均値との混合比率を決める混合比率決定手段と、

前記決定された混合比率で前記中央値と前記荷重平均値とを混合した結果を前記縮小画像の算出対象画素の濃度データとする混合手段と、

30 縮小画像の各画素の濃度データを順次求めて前記縮小画像を得るように制御する制御手段と、

を備えたことを特徴とする画像縮小装置。

【請求項4】 デジタルの原画像を縮小して縮小画像を得る画像縮小装置において、

原画像を記憶する原画像記憶手段と、

前記縮小画像の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の縮小率に応じて決める算出対象画素区画決定手段と、

前記原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出するコントラスト量算出手段と、

40 前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素を濃度データの大小順に並べたときに両端部にくる最大値付近の1個以上の画素の平均濃度データと最小値付近の1個以上の画素の平均濃度データとのうち、前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値に近い方の平均濃度データ（以下、この選択された平均濃度データを「最大／最小選択値」という）を求める最大／最小選択値演算手段と、

50 前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値（以下、この荷重平均値を単に「荷重平均値」という）を算出する荷重平均値算出手段

と、
前記コントラスト量の値が大きくなるに従って前記最大／最小選択値の混合比率分を大きくし、前記コントラスト量の値が小さくなるに従って前記荷重平均値の混合比率分を大きくするように、前記コントラスト量の値に応じて前記最大／最小選択値と前記荷重平均値との混合比率を決める混合比率決定手段と、
前記決定された混合比率で前記最大／最小選択値と前記荷重平均値とを混合した結果を前記縮小画像の算出対象画素の濃度データとする混合手段と、
縮小画像の各画素の濃度データを順次求めて前記縮小画像を得るように制御する制御手段と、
を備えたことを特徴とする画像縮小装置。

【請求項 5】 デジタルの原画像を縮小して縮小画像を得る処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記憶媒体であって、

(1-1) 前記縮小画像内の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の縮小率に応じて決める工程と、

(1-2) 前記原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出する工程と、

(1-3) 前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素を濃度データの大小順に並べたときに中央にくる 1 画素の濃度データ（以下、この濃度データを「中央値」という）と、前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値（以下、この荷重平均値を単に「荷重平均値」という）との混合比率を、前記コントラスト量の値が大きくなるに従って前記中央値の混合比率分を大きくし、前記コントラスト量の値が小さくなるに従って前記荷重平均値の混合比率分を大きくするように、前記コントラスト量の値に応じて決める工程と、

(1-4) 前記決定された混合比率で前記中央値と前記荷重平均値とを混合した結果を前記縮小画像の算出対象画素の濃度データとする工程と、
を含む工程で縮小画像の各画素の濃度データを求めることにより前記縮小画像を得る処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記憶媒体。

【請求項 6】 デジタルの原画像を縮小して縮小画像を得る処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記憶媒体であって、

(2-1) 前記縮小画像内の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の縮小率に応じて決める工程と、

(2-2) 前記原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出する工程と、

(2-3) 前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素を濃度データの大小順に並べたときに両端部にくる最大値付近の 1 個以上の画素の平均濃度データと最小値付近の 1 個以上の画素の平均濃度データとのうち、前

記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値に近い方の平均濃度データ（以下、この選択された平均濃度データを「最大／最小選択値」という）と、前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値（以下、この荷重平均値を単に「荷重平均値」という）との混合比率を、前記コントラスト量の値が大きくなるに従って前記最大／最小選択値の混合比率分を大きくし、前記コントラスト量の値が小さくなるに従って前記荷重平均値の混合比率分を大きくするように、前記コントラスト量の値に応じて決める工程と、

(2-4) 前記決定された混合比率で前記最大／最小選択値と前記荷重平均値とを混合した結果を前記縮小画像の算出対象画素の濃度データとする工程と、
を含む工程で縮小画像の各画素の濃度データを求めることにより前記縮小画像を得る処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、デジタルの原画像を縮小して縮小画像を得る画像縮小方法及びその方法を実施する画像縮小装置並びにその方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記憶媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のこの種の画像縮小処理は、図 24 に示すように、所望の縮小方向（図では X 方向）に画素が並ぶ原画像 OG の 1 画素列（画素列 1、画素列 2、…、画素列 Z）ごとに、所望の縮小率 n/m （ n, m は $n < m$ の正の数）で縮小して、原画像 OG を 1 次元の縮小方向に縮小した縮小画像 SG を得るようにしている。

【0003】なお、この種の画像縮小処理では、通常、原画像 OG の縮小方向内に処理範囲 SH が設定可能である。これは、原画像 OG の縮小方向の画素列の端部に画像と無関係な不要部分（不要画素）がある場合などに、その不要画素を縮小画像 SG に反映させないようにするためである。図 24 では点線で挟まれた範囲を処理範囲 SH とした場合の画像縮小を示しているが、原画像 OG に不要画素がなければ縮小方向の画素列全体を処理範囲 SH として処理される。

【0004】上記 1 画素列ごとの画像縮小は、従来、図 25 に示すように、原画像の画素列内の画素の位置に応じて割り振った荷重による隣接画素の荷重平均で行っている。なお、図 25 では縮小率 n/m を $2/7$ としている。また、図中の各符号は以下の通りである。

【0005】s は、原画像 OG の処理対象の 1 画素列（画素列 1、画素列 2、…、画素列 Z）内に含まれる画素の画素 No（ $s = 1, 2, \dots, s(\text{MAX})$: $s(\text{MAX})$ は図示を省略しているが原画像 OG の処理対象の 1 画素列の画素数）、 $P(s)$ は、原画像 OG の処理対象の 1 画素

列内に含まれる各画素の濃度データ、 t は、縮小画像SGの1画素列(画素列1、画素列2、…、画素列Z)内に含まれる画素の画素No($t=1, 2, \dots, t(\text{MAX})$: $t(\text{MAX})$ は図示を省略しているが縮小画像SGの1画素列の画素数)、 $Q(t)$ は、原画像OGの処理対象の1画素列から得られた縮小画像SGの1画素列内に含まれる各画素の濃度データ、 $s(t)$ は、原画像OGの処理対象の1画素列内に含まれる画素のうち、前記 $Q(t)$ を算出するのに参照する原画像OGの処理対象の1画素列内に含まれる画素の画素No、 $s(1)$ は、原画像OGの1画素列内の処理範囲SHの先頭の画素の画素No、

$$Q(t) = ((n - a(t)) / m) \times P(s(t)) + \sum \{ (n/m) \times P(i) \} \\ [i = s(t) + 1 \sim s(t+1) - 1] + (a(t+1) / m) \times P(s(t+1)) \dots (1)$$

ただし、

$$s(t) = s(1) + \text{int} \{ (ah + (m \times (t - 1))) / n \}$$

$$a(t) = (ah + (m \times (t - 1))) \bmod n$$

【0007】なお、上記演算式において、 $\text{int}[A/B]$ は、整数化関数でAをBで除した結果の整数部、 $A \bmod B$ は、AをBで除したときの余りを求める関数、である。

【0008】処理は、 $t=1, 2, \dots$ と t を順次カウントアップして、 $Q(1), Q(2), \dots$ の順に縮小画像SGの1画素列内の各画素の濃度データを求めていき1画素列分の縮小を行う。このような処理を縮小方向に直交する方向(図24ではY方向)に並列される各画素列(画素列1、画素列2、…、画素列Z)ごとに行って原画像OGを縮小方向に縮小率 n/m で縮小する。

【0009】図25や上記演算式より明らかなように、この従来方法では、原画像OGの処理対象の1画素列内に含まれる各画素を便宜的に n 個に仮想的に区分し、各区分に $1/m$ の荷重を割り付けて、原画像OGの1画素の最大荷重を n/m とし、 $s(1)$ 番目の画素の $(ah+1)$ 番目の区分から始めて、荷重の合計が $m/m(100\%)$ になるように $R(t)$ を決め、原画像OGの処理対象の1画素列内の複数の隣接画素($G(t)$ 内の各画素)に $R(t)$ の区分数に応じた荷重を割り振り、その荷重による荷重平均結果を縮小画像の1画素の濃度データとしている。そして、各 $Q(t)$ に対する各 $R(t)$ を連続して決めていき、縮小画像SGの1画素列内の各画素の濃度データを順次求めていくものである。

【0010】この従来方法によれば、 $s(t)$ を決める演算式からも明らかなように、例えば、縮小画像SGの処理対象である画素列内の k 番目の画素の濃度データ

$[Q(k)]$ の算出で参照する原画像OGの処理対象の画素列内の画素 $[s(k)]$ は、 $s(1)$ から数えて略 $[(m/n) \times k]$ 番目の画素となる。従って、縮小画像SGの各画素に対する原画像OG内の参照画素は、縮

*素No、 ah は、 $P(s(1))$ の荷重補正量($ah=0, 1, \dots, (n-1)$)、 $R(t)$ は、前記 $Q(t)$ を算出するのに用いる原画像OGの算出対象領域であって、前記 $Q(t)$ を求める荷重計算に用いる原画像OGの各画素内の区分の範囲を示す領域、 $G(t)$ は、前記 $Q(t)$ を算出するのに用いる原画像OGの算出対象画素区画であって、前記 $Q(t)$ を求める荷重計算に用いる原画像OGの複数の隣接画素の範囲を示す区画、である。

【0006】また、上記従来方法を演算式で表すと、以下になる。

小率に応じた適切な位置の画素が選ばれる。そして、縮小画像SGの各画素の濃度データを、各参照画素の近辺の隣接画素の荷重平均で求めているので、縮小方向について原画像OGの処理範囲SH全体を n/m 倍に略均等に縮小することができる。また、原画像OG内にノイズ成分を含んでいても、上記複数の画素の荷重平均を行うことで、ノイズ成分が軽減されて好ましい結果を得ることができる。

【0011】2次元のデジタルの原画像を2次元方向(X方向およびY方向)それぞれに縮小する場合は、図26に示すように、原画像OGに対して上記方法でX方向に縮小し、その縮小処理後の画像SG1に対して上記方法でY方向に縮小することで、原画像OGを2次元方向に縮小した縮小画像SG2を得ている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の画像縮小方法には次のような問題がある。図27を参照する。図27(a)は、白黒(斜線で示す画素が黒)に2値化(ここでは、黒の画素の濃度データを「0.00」、白の画素の濃度データを「1.00」とする)された原画像OGを示し、図27(b)は、図27(a)の原画像OGを、従来方法でXY両方向にそれぞれ縮小率を $2/7$ 、 $s(1)=1$ 、 $ah=0$ として縮小した縮小画像SGの各画素の濃度データを示す。

【0013】2次元の原画像OGの各画素の濃度データを $P(s_x, s_y)$ 、2次元の縮小画像SGの各画素の濃度データを $Q(t_x, t_y)$ とすると、例えば、 $Q(1, 3)$ は、図27(a)の $G_x(1)$ と $G_y(3)$ とで囲まれる2次元の算出対象画素区画内に含まれる各画素に対して、 $R_x(1)$ と $R_y(3)$ とで囲まれる2次元の算出対象領域に応じて割り振った荷重による荷重平均であり、以下のような演算で求められることになる。

【0014】

7

8

$$\begin{aligned}
 Q(1,3) &= 2/7 \times (2/7 \times P(1,8) + 2/7 \times P(2,8) + 2/7 \times P(3,8) + 1/7 \times P(4,8)) \\
 &\quad + 2/7 \times (2/7 \times P(1,9) + 2/7 \times P(2,9) + 2/7 \times P(3,9) + 1/7 \times P(4,9)) \\
 &\quad + 2/7 \times (2/7 \times P(1,10) + 2/7 \times P(2,10) + 2/7 \times P(3,10) + 1/7 \times P(4,10)) \\
 &\quad + 1/7 \times (2/7 \times P(1,11) + 2/7 \times P(2,11) + 2/7 \times P(3,11) + 1/7 \times P(4,11)) \\
 &= 2/7 \times (2/7 \times 1.00 + 2/7 \times 1.00 + 2/7 \times 0.00 + 1/7 \times 0.00) \\
 &\quad + 2/7 \times (2/7 \times 1.00 + 2/7 \times 1.00 + 2/7 \times 0.00 + 1/7 \times 0.00) \\
 &\quad + 2/7 \times (2/7 \times 1.00 + 2/7 \times 0.00 + 2/7 \times 0.00 + 1/7 \times 0.00) \\
 &\quad + 1/7 \times (2/7 \times 1.00 + 2/7 \times 0.00 + 2/7 \times 0.00 + 1/7 \times 0.00) \\
 &= 22/49 \approx 0.45
 \end{aligned}$$

【0015】縮小画像SGの他の画素の濃度データも同様に算出される。図27より明らかなように、従来方法で縮小画像SGの画素の濃度データを求めると、例えば、Q(1,2)、Q(1,3)、Q(2,1)、Q(2,3)、Q(2,4)のように、これら画素の濃度データを算出するための原画像OGの2次元の算出対象区画内を2分するように原画像OGの白黒のエッジが通過する場合には、縮小画像SGの画素の濃度データは中間値（グレー）となる。一方で、Q(3,1)、Q(4,1)のように、これら画素の濃度データの算出に用いる原画像OGの2次元の算出対象領域内に原画像OGの白黒のエッジが通過しなければ縮小画像SGの画素の濃度データは低下しない。このように、原画像OGの白黒のエッジの通過状態によって画像のエッジ部分がボケたりボケなかったりして、縮小画像SGの画質が低下するという問題があった。

【0016】また、従来方法の別の問題を図28、図29を参照して説明する。図28は、縮小率n/mを、例えば9/10のように「1.0」に近い場合にして、上記従来方法で画像縮小を行った結果を模式的に示した図である。

【0017】図より明らかなように、各Q(t)に対するP(s)の隣接画素の荷重平均の割合は、9:1、8:2、…、5:5、…、2:8、1:9の変化をサイクリックに繰り返すことになる。

【0018】この場合、縮小率が「1.0」に近いにもかかわらず、例えば、図28のQ(5)のように原画像OGの隣接する2画素を5:5(=1:1)の等割合で平均する部分が発生することになる。原画像OG内にエッジがあると、例えば、図28のQ(1)のように原画像OGの1画素の濃度データと略等しい画素部分ではエッジは縮小後も保存されて鮮明であるが、上述した隣接する2画素を1:1の等割合で平均する画素部分では2画素の等平均値であるのでエッジが軽減されてボケることになる。

【0019】各画素列ごとの縮小処理は、従来、s(1)、ahを同じ値にして処理しているので、上述した隣接する2画素を1:1の等割合で平均する画素部分が、図29(a)の点線で示すように、縮小方向の各画素列ごとに同じパターンで現れることになる。そのため、原画像内のエッジが、隣接する2画素を1:1の等

割合で平均する画素部分（図29(a)の点線）を通過する可能性が高く、原画像内のエッジの一部がボケて線切れが起こり易かった。

【0020】また、従来方法で原画像をX、Y両方向に縮小した場合には、同様の理由で図29(b)の点線で示すように、隣接する2画素を1:1の等割合で平均する画素部分が格子状のパターンで現れ、原画像内のエッジの一部の線切れが一層起こり易かった。

【0021】本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、エッジのボケを防止し、画質の低下を招かずに画像を縮小することができる画像縮小方法及びその装置並びにプログラムを記録した記憶媒体を提供することを目的とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明は、このような目的を達成するために、次のような構成をとる。すなわち、請求項1に記載の発明は、デジタルの原画像を縮小して縮小画像を得る画像縮小方法において、(1-1)前記縮小画像内の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の縮小率に応じて決める工程と、(1-2)前記原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出する工程と、(1-3)前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素を濃度データの大小順に並べたときに中央にくる1画素の濃度データ（以下、この濃度データを「中央値」という）と、前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値（以下、この荷重平均値を単に「荷重平均値」という）との混合比率を、前記コントラスト量の値が大きくなるに従って前記中央値の混合比率分を大きくし、前記コントラスト量の値が小さくなるに従って前記荷重平均値の混合比率分を大きくするように、前記コントラスト量の値に応じて決める工程と、(1-4)前記決定された混合比率で前記中央値と前記荷重平均値とを混合した結果を前記縮小画像の算出対象画素の濃度データとする工程と、を備えて縮小画像を得ることを特徴とするものである。

【0023】請求項2に記載の発明は、デジタルの原画像を縮小して縮小画像を得る画像縮小方法において、(2-1)前記縮小画像内の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像

の縮小率に応じて決める工程と、(2-2) 前記原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出する工程と、(2-3) 前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素を濃度データの大小順に並べたときに両端部にくる最大値付近の 1 個以上の画素の平均濃度データと最小値付近の 1 個以上の画素の平均濃度データとのうち、前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値に近い方の平均濃度データ

(以下、この選択された平均濃度データを「最大/最小選択値」という)と、前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値(以下、この荷重平均値を単に「荷重平均値」という)との混合比率を、前記コントラスト量の値が大きくなるに従って前記最大/最小選択値の混合比率分を大きくし、前記コントラスト量の値が小さくなるに従って前記荷重平均値の混合比率分を大きくするように、前記コントラスト量の値に応じて決める工程と、(2-4) 前記決定された混合比率で前記最大/最小選択値と前記荷重平均値とを混合した結果を前記縮小画像の算出対象画素の濃度データとする工程と、を備えて縮小画像の各画素の濃度データを求めることにより前記縮小画像を得ることを特徴とするものである。

【0024】請求項 3 に記載の発明は、デジタルの原画像を縮小して縮小画像を得る画像縮小装置において、原画像を記憶する原画像記憶手段と、前記縮小画像の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の縮小率に応じて決める算出対象画素区画決定手段と、前記原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出するコントラスト量算出手段と、前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素を濃度データの大小順に並べたときに中央にくる 1 画素の濃度データ(以下、この濃度データを「中央値」という)を抽出する中央値抽出手段と、前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値(以下、この荷重平均値を単に「荷重平均値」という)を算出する荷重平均値算出手段と、前記コントラスト量の値が大きくなるに従って前記中央値の混合比率分を大きくし、前記コントラスト量の値が小さくなるに従って前記荷重平均値の混合比率分を大きくするように、前記コントラスト量の値に応じて前記中央値と前記荷重平均値との混合比率を決める混合比率決定手段と、前記決定された混合比率で前記中央値と前記荷重平均値とを混合した結果を前記縮小画像の算出対象画素の濃度データとする混合手段と、縮小画像の各画素の濃度データを順次求めて前記縮小画像を得るように制御する制御手段と、を備えたことを特徴とするものである。

【0025】請求項 4 に記載の発明は、デジタルの原画像を縮小して縮小画像を得る画像縮小装置において、原画像を記憶する原画像記憶手段と、前記縮小画像の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算

出対象画素区画を画像の縮小率に応じて決める算出対象画素区画決定手段と、前記原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出するコントラスト量算出手段と、前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素を濃度データの大小順に並べたときに両端部にくる最大値付近の 1 個以上の画素の平均濃度データと最小値付近の 1 個以上の画素の平均濃度データとのうち、前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値に近い方の平均濃度データ(以下、この選択された平均濃度データを「最大/最小選択値」という)を求める最大/最小選択値演算手段と、前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値(以下、この荷重平均値を単に「荷重平均値」という)を算出する荷重平均値算出手段と、前記コントラスト量の値が大きくなるに従って前記最大/最小選択値の混合比率分を大きくし、前記コントラスト量の値が小さくなるに従って前記荷重平均値の混合比率分を大きくするように、前記コントラスト量の値に応じて前記最大/最小選択値と前記荷重平均値との混合比率を決める混合比率決定手段と、前記決定された混合比率で前記最大/最小選択値と前記荷重平均値とを混合した結果を前記縮小画像の算出対象画素の濃度データとする混合手段と、縮小画像の各画素の濃度データを順次求めて前記縮小画像を得るように制御する制御手段と、を備えたことを特徴とするものである。

【0026】請求項 5 に記載の発明は、デジタルの原画像を縮小して縮小画像を得る処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記憶媒体であって、

(1-1) 前記縮小画像内の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の縮小率に応じて決める工程と、(1-2) 前記原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出する工程と、(1-3) 前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素を濃度データの大小順に並べたときに中央にくる 1 画素の濃度データ(以下、この濃度データを「中央値」という)と、前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値(以下、この荷重平均値を単に「荷重平均値」という)との混合比率を、前記コントラスト量の値が大きくなるに従って前記中央値の混合比率分を大きくし、前記コントラスト量の値が小さくなるに従って前記荷重平均値の混合比率分を大きくするように、前記コントラスト量の値に応じて決める工程と、(1-4) 前記決定された混合比率で前記中央値と前記荷重平均値とを混合した結果を前記縮小画像の算出対象画素の濃度データとする工程と、を含む工程で縮小画像の各画素の濃度データを求めることにより前記縮小画像を得る処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記憶媒体に記録したものである。

【0027】請求項 6 に記載の発明は、デジタルの原画像を縮小して縮小画像を得る処理をコンピュータに実行

させるためのプログラムを記録した記憶媒体であって、
 (2-1) 前記縮小画像内の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の縮小率に応じて決める工程と、(2-2) 前記原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出する工程と、(2-3) 前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素を濃度データの大小順に並べたときに両端部にくる最大値付近の1個以上の画素の平均濃度データと最小値付近の1個以上の画素の平均濃度データとのうち、前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値に近い方の平均濃度データ

(以下、この選択された平均濃度データを「最大/最小選択値」という)と、前記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値(以下、この荷重平均値を単に「荷重平均値」という)との混合比率を、前記コントラスト量の値が大きくなるに従って前記最大/最小選択値の混合比率分を大きくし、前記コントラスト量の値が小さくなるに従って前記荷重平均値の混合比率分を大きくするように、前記コントラスト量の値に応じて決める工程と、(2-4) 前記決定された混合比率で前記最大/最小選択値と前記荷重平均値とを混合した結果を前記縮小画像の算出対象画素の濃度データとする工程と、を含む工程で縮小画像の各画素の濃度データを求めることにより前記縮小画像を得る処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記憶媒体に記録したものである。

【0028】

【作用】請求項1に記載の発明に係る画像縮小方法の作用は次のとおりである。縮小画像の各画素の濃度データを以下の(1-1)～(1-4)の工程で順次求める。

【0029】(1-1)の工程では、縮小画像の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の縮小率に応じて決める。この原画像の算出対象画素区画の決め方は、例えば、従来と同様の演算によって決めることができる。

【0030】(1-2)の工程では、(1-1)の工程で決めた原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出する。

【0031】(1-3)の工程では、(1-1)の工程で決めた原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素を濃度データの大小順に並べたときに中央にくる1画素の濃度データ(中央値)と、上記原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値(荷重平均値)との混合比率を、(1-2)の工程で算出したコントラスト量の値が大きくなるに従って上記中央値の混合比率分を大きくし、上記コントラスト量の値が小さくなるに従って上記荷重平均値の混合比率分を大きくするように、上記コントラスト量の値に応じて決める。

【0032】(1-4)の工程では、(1-3)の工程で決めた混合比率で上記中央値と上記荷重平均値とを混

合した結果を縮小画像の算出対象画素の濃度データとする。なお、原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値は、従来と同様の方法によって求めることができる。

【0033】原画像の算出対象画素区画内にエッジが通過していれば、その算出対象画素区画付近のコントラスト量が大きくなり、一方、原画像の算出対象画素区画内の各画素の濃度データが略同じ部分(平坦部)や、算出対象画素区画内の各画素の濃度データが滑らかに変化している部分では、その算出対象画素区画付近のコントラスト量が小さくなる。従って、上述したように算出対象画素区画付近のコントラスト量に応じて中央値と荷重平均値との混合比率を決めることで、原画像のエッジ部分の縮小では、中央値の混合比率分を大きくして(必要に応じて、荷重平均値の混合比率分を「0」として)中央値と荷重平均値とを混合して縮小画像の算出対象画素の濃度データを求める。中央値の混合比率分を大きくすることにより、複数画素の濃度データを荷重平均することによるエッジのボケを軽減することができる。一方、原画像の平坦部や濃度データが滑らかに変化している部分の縮小では、荷重平均値の混合比率分を大きくして(必要に応じて、中央値の混合比率分を「0」として)中央値と荷重平均値とを混合して縮小画像の算出対象画素の濃度データを求める。これにより、原画像の平坦部や濃度データが滑らかに変化している部分のノイズ成分を軽減でき、自然な階調変化を損なわずに画像を縮小することができる。

【0034】請求項2に記載の発明に係る画像縮小方法では、上記請求項1に記載の発明に係る画像縮小方法の「中央値」を、「原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素を濃度データの大小順に並べたときに両端部にくる最大値付近の1個以上の画素の平均濃度データと最小値付近の1個以上の画素の平均濃度データとのうち、原画像の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値に近い方の平均濃度データ(最大/最小選択値)」に代えて画像縮小するものである。

【0035】請求項3に記載の発明に係る画像縮小装置は、上記請求項1に記載の発明に係る画像縮小方法を好適に実施するためのものでその作用は以下のとおりである。

【0036】算出対象画素区画決定手段は、縮小画像の算出対象画素の濃度データを算出するのに用いる原画像の算出対象画素区画を画像の縮小率に応じて決める。コントラスト量算出手段は、原画像記憶手段に記憶されている原画像の必要な画素の濃度データを用いて、決定された原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出し、混合比率決定手段は、算出されたコントラスト量の値が大きくなるに従って中央値の混合比率分を大きくし、コントラスト量の値が小さくなるに従って荷重平均値の混合比率分を大きくするように、コントラスト量

の値に応じて中央値と荷重平均値との混合比率を決める。一方で、中央値抽出手段は、原画像記憶手段に記憶されている原画像の算出対象画素区画内に含まれる画素の濃度データを用いて、決定された原画像の算出対象画素区画内の中央値を抽出し、荷重平均値算出手段は、原画像記憶手段に記憶されている原画像の算出対象画素区画内に含まれる画素の濃度データを用いて、決定された原画像の算出対象画素区画の荷重平均値を算出する。そして、混合手段は、決められた混合比率で中央値と荷重平均値とを混合した結果を縮小画像の算出対象画素の濃度データとする。制御手段は、上記動作を繰り返して縮小画像の各画素の濃度データを順次求めて縮小画像を得るように各手段を制御する。

【0037】請求項4に記載の発明に係る画像縮小装置は、上記請求項2に記載の発明に係る画像縮小方法を好適に実施するためのもので、上記請求項3に記載の発明の「中央値」の代わりに「最大／最小選択値」を用いて画像縮小するものである。

【0038】請求項5、6に記載の発明によれば、記憶媒体に記録されたプログラムをコンピュータに読み込ませることにより、そのコンピュータが請求項1、2に記載の発明による画像縮小処理を実行する。

【0039】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は本発明に係る画像縮小装置をコンピュータシステムで構成した場合の装置構成の一例を示すブロック図である。

【0040】図1の構成では、デジタルの原画像を縮小して縮小画像を得る画像縮小処理を実行するCPU10が、バスライン20を介してRAMなどで構成される内部メモリ30に接続されている。この内部メモリ30には、画像縮小処理を実行する際にプログラムが移植されるプログラムメモリ31、原画像を記憶する原画像メモリ32、縮小画像を記憶する縮小画像メモリ33、コントラスト値／混合比率テーブルを記憶するテーブルメモリ34などの各領域がそれぞれ設定されている。また、CPU10は入出力インターフェイス40を介して、外部記憶装置用のドライバ41、原画像入力器42、出力器43、設定器44などと接続されている。

【0041】ドライバ41には外部記憶装置45が装填される。この外部記憶装置45には予め作成された画像縮小処理プログラムが保存されている。外部記憶装置45は、光磁気ディスク、CD-ROM、フロッピーディスク、ハードディスク、磁気テープその他の記憶媒体で構成される。装置の電源がONされ、本実施例に係る画像縮小処理が起動されると、外部記憶装置45から画像縮小処理プログラムが読み込まれてプログラムメモリ31に記憶され、CPU10がその画像縮小処理プログラムに従って後述する画像縮小処理を実行する。この画像縮小処理プログラムが記憶された外部記憶装置45は、

請求項5、6に記載の発明におけるプログラムを記録した記憶媒体に相当する。

【0042】原画像入力器42は、原画像を入力する機器で、例えば、デジタルカメラや入力スキャナ、特開平3-16367号公報などに開示されたCCDなどのラインセンサを用いた画像取り込み装置などで構成される。この原画像入力器42で入力された原画像が原画像メモリ32に記憶され、その原画像に対して後述する画像縮小処理が施され、得られた縮小画像が縮小画像メモリ33に記憶される。なお、予め入力された原画像を外部記憶装置に記憶しておき、その外部記憶装置から原画像を読み込んで原画像メモリ32に記憶して、その原画像に対して画像縮小処理を施すように構成してもよい。

【0043】原画像メモリ32は、図2に示すように、2次元のデジタルの原画像を記憶できるように構成されており、縮小画像メモリ33は、図3に示すように、2次元のデジタルの縮小画像を記憶できるように構成されている。

【0044】出力器43は、縮小画像メモリ33に生成された縮小画像を出力するためのもので、例えば、表示器や記録用スキャナ、プリンタなどで構成される。なお、縮小画像を外部記憶装置に保存するように構成してもよい。

【0045】設定器44は、各種の設定や指定、指示などを行うためのもので、キーボードやマウス、スイッチ、設定用モニタなどで構成されている。

【0046】図4は後述する第1、第3の画像縮小処理を実行するための第1の画像縮小装置の機能ブロック図である。算出対象画素区画決定部51、コントラスト量算出部52、混合比率決定部53、中央値抽出部54、荷重平均値算出部55、乗算部56、57、加算部58、制御部59は、図1の構成のCPU10に対応する。なお、複数個のCPU10を備えて、上記各部51～59の処理を並行、例えば、算出対象画素区画決定部51の処理の後、コントラスト量算出部52の処理及び混合比率決定部53の処理と、中央値抽出部54の処理と、荷重平均値算出部55の処理とを並行して行い、その後、乗算部56の処理と乗算部57の処理とを並行して実行できるように構成してもよい。この第1の画像縮小装置は、請求項3に記載の発明に係る画像縮小装置に相当する。

【0047】以下、上記構成による第1の画像縮小処理を図5に示すフローチャートを参照して説明する。なお、この第1の画像縮小処理と後述する第3の画像縮小処理は、請求項1に記載の発明に係る画像縮小方法に対応し、この第1の画像縮小処理は2次元のデジタルの原画像を2次元方向同時に画像縮小する処理である。

【0048】処理が開始される時点で原画像は原画像メモリ32に記憶されているものとし、後述するコントラスト値／混合比率テーブルは、例えば予め設定器44か

15

ら設定されてテーブルメモリ34に記憶されているものとする。

【0049】以下の説明において、 s 、 $P(s)$ 、 t 、 $Q(t)$ 、 $s(t)$ 、 $s(1)$ 、 ah 、 $R(t)$ 、 $G(t)$ は基本的に従来方法と同じ意味であり、特に、 X 方向、 Y 方向を区別する必要がある場合には各符号に方向を示す添え字を付し(X 方向 $[sx, tx, sx(tx), sx(1), ahx, Rx(tx), Gx(tx)]$ 、 Y 方向 $[sy, ty, sy(ty), sy(1), ahv, Ry(ty), Gy(ty)]$)、原画像の各画素を2次元で示す場合には2次元座標(sx, sy)で、原画像の各画素の濃度データを2次元で示す場合には2次元表記($P(sx, sy)$)で表し、同様に、縮小画像についても各画素を2次元で示す場合には2次元座標(tx, ty)で、濃度データを2次元で示す場合には2次元表記($Q(tx, ty)$)で表す。また、図6に示すように、 $Rx(tx)$ と $Ry(ty)$ とで囲まれる2次元の算出対象領域を $Rxy(tx, ty)$ で表し、 $Gx(tx)$ と $Gy(ty)$ とで囲まれる2次元の算出対象画素区画を $Gxy(tx, ty)$ で表す。

【0050】図5のステップS1：制御部59は、 tx 、 ty それぞれに初期値(「1」)をセットする。

【0051】図5のステップS2(本発明の(1-1)の工程に相当)：算出対象画素区画決定部51が、縮小画像の算出対象画素の濃度データ($Q(tx, ty)$)を算出するのに用いる原画像の(2次元の)算出対象画素区画($Gxy(tx, ty)$)を画像の縮小率に応じて決める。なお、ここでは X 方向の縮小率を nx/mx とし、 Y 方向の縮小率を ny/my とする。 $nx/mx = ny/my$ でもよいし、 $nx/mx \neq ny/my$ でもよい。

【0052】この $Gxy(tx, ty)$ は、例えば、従来の(1)式に基づき決めることができる。すなわち、図6の $Gx(tx)$ 、 $Gy(ty)$ をそれぞれ(1)式に基づき決めて、 $Gxy(tx, ty)$ と決める。 $Gx(tx)$ は、原画像の X 方向について $sx(tx)$ 番目の画素から $sx(tx+1)$ 番目の画素までの画素を含む区画となる。ただし、 $n-ax(tx)=0$ の場合

((1)式の右辺第1項の係数が「0」となる場合)には原画像の X 方向について($sx(tx)+1$)番目の画素から $sx(tx+1)$ 番目の画素までの画素を含む区画となる。同様に、 $Gy(ty)$ は、原画像の Y 方向について $sy(ty)$ 番目の画素から $sy(ty+1)$ 番目の画素までの画素を含む区画(ただし、 $n-ay(ty)=0$ の場合には原画像の Y 方向について($sy(ty)+1$)番目の画素から $sy(ty+1)$ 番目の画素までの画素を含む区画)となる。

【0053】なお、 $sx(tx) = sx(1) + \text{int}[(ah + (mx \times (tx - 1))) / nx]$ 、 $sy(ty)$

16

$ty) = sy(1) + \text{int}[(ah + (my \times (ty - 1))) / ny]$ であり、 $ax(tx) = (ahx + (mx \times (tx - 1))) \bmod nx$ 、 $ay(ty) = (ahv + (my \times (ty - 1))) \bmod ny$ である。

【0054】また、 ahx 、 ahv を一義的に「0」($sx(tx) = sx(1) + \text{int}[(mx \times (tx - 1))] / nx$ 、 $sy(ty) = sy(1) + \text{int}[(my \times (ty - 1))] / ny$ 、 $ax(tx) = (mx \times (tx - 1)) \bmod nx$ 、 $ay(ty) = (my \times (ty - 1)) \bmod ny$)として、 $Gx(tx)$ 、 $Gy(ty)$ を決めて $Gxy(tx, ty)$ を決めてもよい。

【0055】例えば、図27(a)の場合では、 $Gxy(1, 1)$ は原画像の(1~4, 1~4)、すなわち、(1, 1)、(2, 1)、(3, 1)、(4, 1)、(1, 2)、(2, 2)、(3, 2)、(4, 2)、(1, 3)、(2, 3)、(3, 3)、(4, 3)、(1, 4)、(2, 4)、(3, 4)、(4, 4)の16個の画素からなる区画、 $Gxy(2, 1)$ は原画像の(4~7, 1~4)の16個の画素からなる区画、…、 $Gxy(1, 2)$ は原画像の(1~4, 4~7)の16個の画素からなる区画、…である。

【0056】このように $Gxy(tx, ty)$ を決めて、この $Gxy(tx, ty)$ 内に含まれる画素を使って $Q(tx, ty)$ を求めることで、図7に示すように、原画像OGの X 、 Y 方向それぞれの処理範囲SHで囲まれる2次元の処理範囲(点線で囲まれる範囲)全体を X 方向に nx/mx 倍、 Y 方向に ny/my 倍に略均等に縮小した縮小画像SGを得ることができる。原画像OGの X 方向または/および Y 方向に不要画素がなければ不要画素がない方向については原画像OGのその方向全体を処理範囲SHとして処理する。 X 方向、 Y 方向の処理範囲SHは $sx(1)$ 、 $sy(1)$ などで設定できるが、 X 方向、 Y 方向の処理範囲SHの後尾の画素の画素No($sx(LIM)$ 、 $sy(LIM)$)を設定するように構成してもよい。

【0057】なお、縮小率(nx/mx 、 ny/my)や $sx(1)$ 、 ahx 、 $sy(1)$ 、 ah 、 $sy(sx(LIM))$ 、 $sy(LIM)$ などの必要なデータは、ステップS1の処理に先立ち、設定器44などから設定される。

【0058】 $Gxy(tx, ty)$ が決まると、その情報がコントラスト量算出部52に与えられるとともに、その $Gxy(tx, ty)$ 内に含まれる全画素の濃度データ $P(sx, sy)$ が原画像メモリ32から読み出されて中央値抽出部54と荷重平均値算出部55とにそれぞれ与えられる。

【0059】図5のステップS3(本発明の(1-2)の工程に相当)：コントラスト量算出部52は、原画像

メモリ32から必要な画素の濃度データP (sx, sy)を読み出して、上記ステップS2で決めたGxy (tx, ty) 付近のコントラスト量Ctを、例え

$$Ct = (Ct_{U-D} + Ct_{L-R}) / 2 \quad \cdots (2)$$

$$Ct = (Ct_{LU-RD} + Ct_{RU-LD}) / 2 \quad \cdots (3)$$

$$Ct = (Ct_{U-D} + Ct_{L-R} + Ct_{LU-RD} + Ct_{RU-LD}) / 4 \quad \cdots (4)$$

$$Ct = \text{MAX} [Ct_{U-D}, Ct_{L-R}] \quad \cdots (5)$$

$$Ct = \text{MAX} [Ct_{LU-RD}, Ct_{RU-LD}] \quad \cdots (6)$$

$$Ct = \text{MAX} [Ct_{U-D}, Ct_{L-R}, Ct_{LU-RD}, Ct_{RU-LD}] \quad \cdots (7)$$

なお、MAX [A, B, ...] は、A, B, ...から最大値を抽出する関数である。

【0061】また、Ct_{U-D}はGxy (tx, ty) 付近の上一下方向のコントラスト量、Ct_{L-R}、Ct_{LU-RD}、Ct_{RU-LD}はGxy (tx, ty) 付近の左一右方向、左上一右下方向、右上一左下方向のコントラスト量であって以下のように求める。

【0062】Ct_{U-D} = ABS { ([上近傍領域AU内の全画素の濃度データの合計] / [上近傍領域AU内の画素数]) - ([下近傍領域AD内の全画素の濃度データの合計] / [下近傍領域AD内の画素数]) }

Ct_{L-R} = ABS { ([左近傍領域AL内の全画素の濃度データの合計] / [左近傍領域AL内の画素数]) - ([右近傍領域AR内の全画素の濃度データの合計] / [右近傍領域AR内の画素数]) }

Ct_{LU-RD} = ABS { ([左上近傍領域ALU内の全画素の濃度データの合計] / [左上近傍領域ALU内の画素数]) - ([右下近傍領域ARD内の全画素の濃度データの合計] / [右下近傍領域ARD内の画素数]) }

Ct_{RU-LD} = ABS { ([右上近傍領域ARU内の全画素の濃度データの合計] / [右上近傍領域ARU内の画素数]) - ([左下近傍領域ALD内の全画素の濃度データの合計] / [左下近傍領域ALD内の画素数]) }

なお、ABS { } は、絶対値である。

【0063】各近傍領域は、例えば、図8、図9に示すように設定される。図8 (a) ~ (e) は上近傍領域AUの設定例を示しているが、右、下、左の各近傍領域AR、AD、ALは、図8 (a) ~ (e) の上近傍領域AUをGxy (tx, ty) の中心CPを回転軸として時計周りに90°、180°、270°回転させた領域である。また、図8 (f) ~ (j) は左上近傍領域ALUの設定例を示しているが、右上、右下、左下の各近傍領域ARU、ARD、ALDは、図8 (f) ~ (j) の左上近傍領域ALUをGxy (tx, ty) の中心CPを回転軸として時計周りに90°、180°、270°回転させた領域である。図9 (a) ~ (d) はGxy (tx, ty) が16画素の場合に上一下の近傍領域AU、AD、左一右の近傍領域AL、AR、左上一右下の近傍領域ALU、ARD、右上一左下の近傍領域ARU、ALDを設定した例を示し、図9 (e) は図9 (a) ~ (d) の場合に各近傍領域に含まれる画素群を示している。

*ば、以下の演算式 (2) ~ (7) の任意の式で算出する。

【0060】

【0064】図8に示すように、各近傍領域はGxy (tx, ty) 内の一部や、Gxy (tx, ty) の周辺領域 (周辺画素)、Gxy (tx, ty) 内の一部とその周辺画素、Gxy (tx, ty) 全体とその周辺画素などを含んで設定してもよい。なお、上一下、左一右、左上一右下、右上一左下の各対の近傍領域はそれぞれ対称形となるように設定することが好ましく、各対の近傍領域はそれぞれ同数の画素を含むように設定するのが好ましい。また、図9に示すように、Gxy (tx, ty) の中心CPからの各近傍領域の外側への広がりを規定する距離LKは原画像のボケの程度に応じて、原画像のボケ程度が大きくなるに従ってLKを長くとり、各近傍領域の面積 (近傍領域に含まれる画素数) は、原画像内のノイズの含有程度に応じて、原画像内のノイズの含有程度が多くなるに従って各近傍領域の面積を広くとるように各近傍領域を設定する。

【0065】図5のステップS4 (本発明の (1-3) の工程に相当) : 混合比率決定部53は、テーブルメモリ34に記憶されているコントラスト値/混合比率テーブルを参照して、中央値 (CNとする) と荷重平均値 (HNとする) との混合比率 [km : (1 - km)] を、ステップS3で算出したコントラスト量Ctの値が大きくなるに従って中央値CNの混合比率分kmを大きくし、コントラスト量Ctの値が小さくなるに従って荷重平均値HNの混合比率分 (1 - km) を大きくするように、コントラスト量Ctの値に応じて決める。なお、中央値CNと荷重平均値HNの詳細は後述する。

【0066】コントラスト値/混合比率テーブルは、例えば、図10に示すコントラスト量Ctの値とkmとの関係をテーブルにしたものである。図10 (a) ~ (c) では、コントラスト量Ctの値がかなり小さい場合 (図ではCt1以下の場合) はノイズによるコントラストとみなしてkmをできるだけ小さく (図10 (c) では「0」) し、コントラスト量Ctの値が所定値 (図ではCt2) を越える場合はエッジによるコントラストとみなしてkmを最大値 (1.0) にしている。上記Ct1、Ct2は予め実験的に求めておけばよい。なお、図10 (b) のように混合比率を決めれば、図10 (a) のように混合比率を決めるよりも滑らかに画像縮小することができる。また、図10 (d) のようにkmを最大でもkm1 (km1 < 1.0) であって、例えば、

0.5)に抑えることで、自然画像などを縮小した場合、縮小画像が不自然になるのを抑制できる。なお、図中の C_{tMAX} はコントラスト量 C_t の最大値である。中央値 C_N と荷重平均値 H_N との混合比率を、コントラスト量 C_t の値が大きくなるに従って中央値 C_N の混合比率分を大きくし、コントラスト量 C_t の値が小さくなるに従って荷重平均値 H_N の混合比率分を大きくするように、コントラスト量 C_t の値に応じて決めるためには、図10(a)~(e)の各グラフに示すようなコントラスト量 C_t の値と k_m との関係以外のグラフに従ってコントラスト量 C_t の値に応じて混合比率を決めてもよい。

【0067】図5のステップS5：中央値抽出部54は、図11に示すように、上記ステップS1で決めた $G_{xy}(t_x, t_y)$ 内に含まれる各画素を濃度データの大小順に並べたときに中央にくる1画素 s_c の濃度データ(中央値 C_N)を抽出する。なお、図中の s_{MAX} 、 s_{MIN} は $G_{xy}(t_x, t_y)$ 内に含まれる画素のうち、濃度データが最大値、最小値の画素を示す。すなわち、 $s_{MAX} \geq \dots \geq s_c \geq \dots \geq s_{MIN}$ である。濃度データの大小順に応じた画素の並べ替えは通常のソートプログラムで行える。また、例えば、白黒画像に対して、 $G_{xy}(t_x, t_y)$ 内に含まれる各画素を濃度データの大小順に応じた並べ替えると、図12に示すように、 $G_{xy}(t_x, t_y)$ 内の黒の画素が最小値側に、白の画素が最大値側に集まるように白黒の画素が二分されることになる。

【0068】なお、 $G_{xy}(t_x, t_y)$ 内の画素数が偶数個の場合には、中央値画素 s_c が決まらないが、この場合には、例えば、以下の①、②の方法によって $G_{xy}(t_x, t_y)$ 内の1画素を除外して $G_{xy}(t_x, t_y)$ 内の処理対象の画素数を奇数個にして中央値画素 s_c を決めて、中央値 C_N を抽出する。

【0069】① $G_{xy}(t_x, t_y)$ 内の予め決められた位置の1画素(例えば、左上隅の1画素や右下隅の1画素など)を除外する。なお、後述する第3の画像縮小処理において、X方向に縮小する場合は、例えば、 $G_x(t_x)$ 内の両端部の画素のうち、 $s_x(1)$ 側の1画素か $s_{x(MAX)}$ 側の1画素のいずれか一方の1画素を除外し、Y方向に縮小する場合は、例えば、 $G_y(t_y)$ 内の両端部の画素のうち、 $s_y(1)$ 側の1画素か $s_{y(MAX)}$ 側の1画素のいずれか一方の1画素を除外する。

【0070】② 従来方法の(1)式の $P(s(t))$ または $P(s(t)+1)$ の荷重値 $((n-a(t))/m)$ または n/m と、 $P(s(t+1))$ の荷重値 $(a(t+1)/m)$ とに基づき決める。まず、除外する1画素のX座標を以下のように決める。 $G_x(t_x)$ が $s_x(t_x)$ の画素から $s_x(t_x+1)$ の画素までである場合には、 $((n_x - a_x(t_x))/m_x)$ と $(a_x(t_x+1)/m_x)$ との大小を比較し、 $((n$

$x - a_x(t_x))/m_x) < (a_x(t_x+1)/m_x)$ のときは除外する1画素のX座標を $s_x(t_x)$ とし、 $((n_x - a_x(t_x))/m_x) > (a_x(t_x+1)/m_x)$ のときは除外する1画素のX座標を $s_x(t_x+1)$ とする。 $((n_x - a_x(t_x))/m_x) = (a_x(t_x+1)/m_x)$ のときは、除外する1画素のX座標を $s_x(t_x)$ にするか $s_x(t_x+1)$ にするかを予め決めておく。 $G_x(t_x)$ が $(s_x(t_x)+1)$ の画素から $s_x(t_x+1)$ の画素までである場合には、 $n_x/m_x \geq (a_x(t_x+1)/m_x)$ であるので、除外する1画素のX座標を $s_x(t_x+1)$ とする。除外する1画素のY座標も上記X座標と同様に決める。これにより決まったX、Y座標値の原画像の1画素を除外する。例えば、図27(a)の $G_{xy}(1, 1)$ は原画像の(4, 4)の画素を除外し、 $G_{xy}(3, 1)$ は原画像の(11, 4)の画素を除外することになる。なお、後述する第3の画像縮小処理において、X方向に縮小する場合は上記の除去画素のX座標の決め方により $G_x(t_x)$ 内の除去画素を決め、Y方向に縮小する場合は上記の除去画素のY座標の決め方により $G_y(t_y)$ 内の除去画素を決める。

【0071】図5のステップS6：荷重平均値算出部55は、上記ステップS1で決めた $G_{xy}(t_x, t_y)$ 内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値 H_N を算出する。この荷重平均値 H_N の算出は、例えば、従来方法と同様の方法で行う。ただし、この第1の画像縮小処理は、2次元方向に同時に画像縮小するので、図13の点線で示すように、 $G_{xy}(t_x, t_y)$ 内に含まれる各画素を、X方向に n_x (図では3)個、Y方向に n_y (図では3)個の合計 $n_x \times n_y$ 個に2次元的に区分して仮想的に区画分けし、各区画に $1/(m_x \times m_y)$ の荷重を割り振る。そして、 $R_{xy}(t_x, t_y)$ (荷重の合計が $(m_x \times m_y)/(m_x \times m_y)$ となる)に応じて、 $G_{xy}(t_x, t_y)$ 内の各画素に割り振った荷重で荷重平均して荷重平均値 H_N を求める。

【0072】なお、 $G_{xy}(t_x, t_y)$ 内に含まれる各画素に同じ荷重値 $(1/[G_{xy}(t_x, t_y)$ 内の画素数))を割り振ってその荷重による荷重平均した結果を荷重平均値 H_N としてもよい。

【0073】図5のステップS7(本発明の(1-4)の工程に相当)：乗算部56、57、加算部58は、上記ステップS5で抽出した中央値 C_N と上記ステップS6で算出した荷重平均値 H_N とを上記ステップS4で決めた混合比率で混合し、その結果を $Q(t_x, t_y)$ とし、縮小画像メモリ33に記憶する。式で表すと以下のようになる。

$$Q(t_x, t_y) = k_m \times C_N + (1 - k_m) \times H_N$$

【0074】図5のステップS8では、制御部59が後述する終了判定を満たしているか否かを判定し、終了判定を満たしていなければ、ステップS9で t_x, t_y を

次の算出対象画素の座標値にしてから、ステップS2に戻り上記ステップS2～S9の処理を終了判定を満たすまで繰り返して各 $Q(tx, ty)$ を順次求めていき、原画像を縮小した縮小画像を生成し、終了判定を満たすと処理を終了する。

【0075】なお、各 $Q(tx, ty)$ は、図14(a)に示すように、X方向優先、すなわち、 $Q(1, 1)$ 、 $Q(2, 1)$ 、…、 $Q(tx(MAX), 1)$ 、 $Q(1, 2)$ 、 $Q(2, 2)$ 、…、 $Q(tx(MAX), 2)$ 、…、 $Q(1, ty(MAX))$ 、 $Q(2, ty(MAX))$ 、…、 $Q(tx(MAX), ty(MAX))$ の順に求めてもよいし、図14(b)に示すように、Y方向優先、すなわち、 $Q(1, 1)$ 、 $Q(1, 2)$ 、…、 $Q(1, ty(MAX))$ 、 $Q(2, 1)$ 、 $Q(2, 2)$ 、…、 $Q(2, ty(MAX))$ 、…、 $Q(tx(MAX), 1)$ 、 $Q(tx(MAX), 2)$ 、…、 $Q(tx(MAX), ty(MAX))$ の順に求めてもよい。ステップS9では、図14(a)または図14(b)の順に従って tx 、 ty の値を更新していく。

【0076】ステップS8の終了判定を説明する。例えば、縮小画像のX方向、Y方向の画素数($tx(MAX)$ 個、 $ty(MAX)$ 個)が予め決まっている場合には、 $Q(tx, ty)$ の tx が $1 \sim tx(MAX)$ の範囲で、かつ、 ty が $1 \sim ty(MAX)$ の範囲で各 $Q(tx, ty)$ を求めて $Q(tx(MAX), ty(MAX))$ が求まった時点で処理を終了する。

【0077】また、X方向、Y方向について、原画像の $sx(1)$ 番目の画素から最後の画素($sx(MAX)$ 番目の画素)までをX方向の処理範囲SH、 $sy(1)$ 番目の画素から最後の画素($sy(MAX)$ 番目の画素)までをY方向の処理範囲SHとして処理する場合には、X方向については、 $Q(tx, ty)$ の算出に用いる原画像のX方向に並ぶ画素が $sx(MAX)$ 番目の画素に達するまでの範囲で処理を行い、Y方向については、 $Q(tx, ty)$ の算出に用いる原画像のY方向に並ぶ画素が $sy(MAX)$ 番目の画素に達するまでの範囲で処理を行い、X方向、Y方向共に $Q(tx, ty)$ の算出に用いる原画像の画素が $sx(MAX)$ 番目、 $sy(MAX)$ 番目の画素に達すると処理を終了する。

【0078】さらに、X方向、Y方向に処理範囲SHの後尾の画素の画素No($sx(LIM)$ 、 $sy(LIM)$)を決めている場合には、X方向については、 $Q(tx, ty)$ の算出に用いる原画像のX方向に並ぶ画素が $sx(LIM)$ 番目の画素に達するまでの範囲で処理を行い、Y方向については、 $Q(tx, ty)$ の算出に用いる原画像のY方向に並ぶ画素が $sy(LIM)$ 番目の画素に達するまでの範囲で処理を行い、X方向、Y方向共に $Q(tx, ty)$ の算出に用いる原画像の画素が $sx(LIM)$ 番目、 $sy(LIM)$ 番目の画素に達すると処理を終了する。

【0079】なお、原画像のX方向の全ての画素を処理対象SHとする場合には、 $sx(1) = 1$ (処理範囲SHの後尾の画素の画素No($sx(LIM)$))を決める場合に

は、 $sx(LIM) = sx(MAX)$ とし、また、原画像のX方向の端部の所定個数の画素を切り捨てて場合には、 $sx(1) = [\text{先頭側の切り捨て画素数} + 1]$ (処理範囲SHの後尾の画素の画素No($sx(LIM)$))を決める場合には、 $sx(LIM) = [sx(MAX) - \text{後尾側の切り捨て画素数} - 1]$ とすればよい。Y方向の処理範囲SHも上記X方向の処理範囲SHと同様に決めることができる。

【0080】上記第1の画像縮小処理で画像縮小することで以下のような効果を得ることができる。すなわち、 $Gxy(tx, ty)$ 内に原画像のエッジが通過している場合には、コントラスト量 Ct が大きくなる。このコントラスト量 Ct が大きい原画像のエッジ部分の画像縮小の際には、中央値 CN の混合比率 km を大きくして $Q(tx, ty)$ を求めている。中央値 CN は、1画素の濃度データであり複数画素の濃度データの平均値ではないので、複数画素の濃度データを平均することによる画像のボケはない。この中央値 CN の混合比率 km を大きくして原画像のエッジ部分を縮小するので、縮小画像のエッジ部分のボケを軽減することができる。特に、図10(a)～(c)のように混合比率を決めることにより、原画像のエッジ部分の縮小画像の画素の濃度データを中央値 CN そのものとしてすることができ、複数画素の濃度データを平均することによる画像のボケを無くすることができる。

【0081】また、原画像が白黒画像の場合、上記中央値 CN は、 $Gxy(tx, ty)$ 内に占める白の画素数の方が黒の画素数よりも多い場合には白の濃度データとなり、黒の画素数の方が白の画素数よりも多い場合には黒の濃度データとなるというように、中央値 CN として $Gxy(tx, ty)$ 内に占める白、黒の画素のうち、画素数の多い方の白または黒の濃度データを選択することができる。

【0082】一方で、 $Gxy(tx, ty)$ 内が原画像の平坦部や濃度データが滑らかに変化している部分である場合には、コントラスト量 Ct が小さくなる。このコントラスト量 Ct が小さい原画像の平坦部や濃度データが滑らかに変化している部分の画像縮小の際には、荷重平均値 HN の混合比率 km を大きくして $Q(tx, ty)$ を求めているので、従来方法と同様に、平坦部や濃度データが滑らかに変化している部分にノイズ成分があってもそのノイズ成分を軽減し、また、自然な階調変化を損なわずに、画像を縮小することができる。

【0083】上下左右の各近傍領域を図9(a)、(b)のように設定し、コントラスト量 Ct を(2)式で求め、混合比率を図10(c)(ただし、 $Ct1 = 1/4$ 、 $Ct2 = 1/2$)に従って決め、中央値 CN を上記②によって決めて、図27(a)の原画像を上記第1の画像縮小処理で縮小した結果を図15に示す。なお、図15(a)は各 $Gxy(tx, ty)$ ごとのコントラスト量 Ct を示し、同図(b)は縮小画像SG、同図

(c) は縮小画像SGの各画素の濃度データ $Q(t_x, t_y)$ を示している。図より明らかなように、エッジ部分はボケが軽減されて画像が縮小されている。また、例えば、上記条件において、 $Ct1 = 1/8$ 、 $Ct2 = 1/2$ とすれば、 $Q(3, 2)$ 、 $Q(4, 2)$ を算出するときの km が0.5となり、 $Q(3, 2) = 0.93$ 、 $Q(4, 2) = 0.93$ となり、さらに、上記条件において、 $Ct1 = 1/8$ 、 $Ct2 = 1/4$ とすれば、 $Q(3, 2)$ 、 $Q(4, 2)$ を算出するときの km が1.0となり、 $Q(3, 2) = 1.00$ 、 $Q(4, 2) = 1.00$ となって、縮小画像のエッジの尖鋭度を強調することもできる。

【0084】また、例えば、図27(a)の原画像の平坦部内の(9, 9)の画素に $P(9, 9) = 1.00$ (黒)のノイズが含まれていたとき、上記条件で画像縮小すると、 $Q(3, 3) = 0.92$ (白に近い極めて淡いグレー)となって、図27(a)の原画像の(9, 9)の画素のノイズ成分が軽減され、同様に、図27(a)の原画像の(9, 1)の画素に $P(9, 1) = 0.00$ (白)のノイズが含まれていたとき、上記条件で画像縮小すると、 $Q(3, 1) = 0.08$ (黒に近い極めて濃いグレー)となって、図27(a)の原画像の(9, 1)の画素のノイズ成分が軽減される。

【0085】また、縮小率を9/10のように「1.0」に近い値で画像縮小する場合にも、上記第1の画像縮小処理で画像縮小すれば、エッジを部分的にボケさせることなく、画像を縮小することができる。

【0086】なお、上記第1の画像縮小処理において、ステップS3、S4の処理と、ステップS5の処理と、ステップS6の処理を並行して行ってもよい。これについては、後述する第3の画像縮小処理についても同様に

変形実施可能である。

【0087】また、混合比率として、 km が1.0または0.0を採り得る場合には、以下のように処理してもよい。すなわち、ステップS4で混合比率を決めた結果、 $0.0 < km < 1.0$ となった場合には、図5のフローチャートと同様に中央値CNを抽出するとともに荷重平均値HNを算出して、決定した混合比率で中央値CNと荷重平均値HNとを混合して $Q(t_x, t_y)$ を求める。一方、ステップS4で混合比率を決めた結果、 $km = 1.0$ となった場合には、中央値CNと荷重平均値HNとの混合演算は実質的に $Q(t_x, t_y) = CN$ となり、この演算に荷重平均値HNを使用しないので、この場合には、荷重平均値HNの算出を行わず、中央値CNの抽出のみを行い、また、ステップS4で混合比率を決めた結果、 $km = 0.0$ となった場合には、中央値CNと荷重平均値HNとの混合演算は実質的に $Q(t_x, t_y) = HN$ となり、この演算に中央値CNを使用しないので、この場合には、中央値CNの抽出を行わず、荷重平均値HNの算出のみを行うように処理する。画像縮

小処理をソフトウェアで実現する場合、上記のように処理すれば不要な処理を無くすることができ、CPU10の負荷の軽減を図れ、また、1個のCPU10で処理するときには処理時間を短縮することができる。これについては、後述する第2～4の画像縮小処理についても同様に変形実施可能である。

【0088】次に、後述する第2、第4の画像縮小処理を実行するための第2の画像縮小装置を図16の機能ブロック図を参照して説明する。請求項4に記載の発明に係る画像縮小装置に相当するこの第2の画像縮小装置は、上記第1の画像縮小装置(図4参照)の中央値抽出部54に代えて、最大/最小選択値演算部61を備えたものである。

【0089】図17は第2の画像縮小処理の手順を示すフローチャートである。なお、この第2の画像縮小処理と後述する第4の画像縮小処理は、請求項2に記載の発明に係る画像縮小方法に対応し、この第2の画像縮小処理は、2次元のデジタルの原画像を2次元方向同時に画像縮小する処理である。

【0090】この第2の画像縮小処理は、上記第1の画像縮小処理の「中央値CN」に代えて、「最大/最小選択値(詳細は後述する)」を用いて画像を縮小するようにしたものである。

【0091】すなわち、ステップS14では、 $Gxv(t_x, t_y)$ 付近のコントラスト量 Ct の値に応じて、最大/最小選択値(SNとする)と荷重平均値HNとの混合比率 $[km : (1 - km)]$ を、コントラスト量 Ct の値が大きくなるに従って最大/最小選択値SNの混合比率分 km を大きくし、コントラスト量の値が小さくなるに従って荷重平均値HNの混合比率分 $(1 - km)$ を大きくするように決める。この決め方は、上記第1の画像縮小処理と同様に図10などに従って決める。ただし、ここでは、 km は最大/最小選択値SNの混合比率分である。

【0092】ステップS15では、最大/最小選択値演算部61が最大/最小選択値SNを求め、ステップS17では、ステップS14で決めた混合比率で最大/最小選択値SNと荷重平均値HNとを混合した結果を $Q(t_x, t_y)$ とする。すなわち、式で表すと次のようになる。

$$Q(t_x, t_y) = km \times SN + (1 - km) \times HN$$

【0093】その他の処理は、上記第1の画像縮小処理と同じであるので、図5のフローチャートと同じステップ番号(S1～S3、S6、S8、S9)を付してその詳述は省略する。なお、図17のフローチャートでは、ステップS15の処理で、ステップS6の処理結果を参照するためにステップS15をステップS6の後に実行するようにしている。また、図17のフローチャートのステップS2、S3、S14、S17がそれぞれ本発明の(2-1)、(2-2)、(2-3)、(2-4)の

工程に相当する。

【0094】次に、最大／最小選択値 SN について説明する。この最大／最小選択値 SN は、図 11 に示すように、 $G_{xy}(tx, ty)$ 内に含まれる各画素を濃度データの大小順に並べたときに両端部にくる最大値付近の 1 個以上の画素（画素 s_{MAX} 付近の 1 個以上の画素）の平均濃度データ SN_{MAX} と最小値付近の 1 個以上の画素

（画素 s_{MIN} 付近の 1 個以上の画素）の平均濃度データ SN_{MIN} とのうち、 $G_{xy}(tx, ty)$ 内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値（ここでは、ステップ S5 の処理結果である荷重平均値 HN を用いる）に近い方の平均濃度データ（ SN_{MAX} または SN_{MIN} のいずれか一方の平均濃度データ）である。

【0095】上記最大値付近の画素の平均濃度データ SN_{MAX} は、最大値の画素 s_{MAX} 1 画素の濃度データとしてもよいし、図 11 に示すように、最大値の画素 s_{MAX} 付近の予め決められた個数（ p_{nMAX} 個）の画素の荷重平均値としてもよい。後者の場合、 p_{nMAX} 個の画素の各画素の荷重を全て同じ（ $1 / \text{〔荷重平均する画素数〕}$ ）にして荷重平均してもよいし、最大値の画素 s_{MAX} の荷重のみを他の画素の荷重よりも大きくして荷重平均してもよい。

【0096】また、上記最小値付近の画素の平均濃度データ SN_{MIN} も、上記 SN_{MAX} と同様に、最小値の画素 s_{MIN} 1 画素の濃度データとしてもよいし、図 11 に示すように、最小値の画素 s_{MIN} 付近の予め決められた個数（ p_{nMIN} 個）の画素の荷重平均値としてもよい。

【0097】上記 SN_{MAX} と SN_{MIN} は同じ条件で（画素数や各画素の荷重の割り振り方を同じにして）求める。そして、これら SN_{MAX} と SN_{MIN} とのうち、荷重平均値 HN に近い方（ $ABS \{SN_{MAX} - HN\}$ と $ABS \{SN_{MIN} - HN\}$ のうち小さい方）を最大／最小選択値 SN とする。なお、 $ABS \{SN_{MAX} - HN\} = ABS \{SN_{MIN} - HN\}$ の場合には、いずれを選択するかを予め決めておいてもよいし、ランダム関数などにより各処理ごとにランダムに決めてもよい。

【0098】また、上記 SN_{MAX} と SN_{MIN} のいずれか一方を選択するための荷重平均値は、ステップ S6 で算出された荷重平均値 HN とは異なる条件で（ $G_{xy}(tx, ty)$ 内に含まれる各画素の荷重をステップ S6 の算出時と異なる割り振り方で割り振って）得られた荷重平均値を用いてもよい。

【0099】この第 2 の画像縮小処理によれば、コントラスト量 C_t の値が大きい原画像のエッジ部分の画像縮小の際には、最大／最小選択値 SN の混合比率分 k_m を大きくして $Q(tx, ty)$ を求めている。 SN_{MAX} 、 SN_{MIN} をそれぞれ最大値の画素 s_{MAX} 1 画素の濃度データ、最小値の画素 s_{MIN} 1 画素の濃度データとした場合、最大／最小選択値 SN は 1 画素の濃度データであるので画像のボケはない。また、 SN_{MAX} 、 SN_{MIN} をそ

れぞれ最大値の画素 s_{MAX} 付近の数画素の濃度データの荷重平均値、最小値の画素 s_{MIN} 付近の数画素の濃度データの荷重平均値とした場合、最大／最小選択値 SN は数画素の荷重平均値であるが、 SN_{MAX} 、 SN_{MIN} はそれぞれ濃度データの値が近い数画素の濃度データの荷重平均値であるので、 $G_{xy}(tx, ty)$ 内に含まれる全画素を対象とした荷重平均値 HN のように画像のボケとならず、一方で、最大値の画素 s_{MAX} 付近、最小値の画素 s_{MIN} 付近にノイズ成分があってもこのノイズ成分を軽減することができる。さらに、最大／最小選択値 SN は SN_{MAX} 、 SN_{MIN} のうち、荷重平均値 HN に近い方を選択しているため、 $G_{xy}(tx, ty)$ の濃淡度に近い方が選択される。この最大／最小選択値 SN の混合比率分 k_m を大きくして原画像のエッジ部分を縮小することで、エッジ部分のボケを軽減または無くして画像を縮小することができ、 $G_{xy}(tx, ty)$ の濃淡を反映させることができる。

【0100】また、白黒の原画像のエッジ部分を縮小する場合、 SN_{MAX} は「1.00」（またはそれに近い値）となり、 SN_{MIN} は「0.00」（またはそれに近い値）となる。そして、荷重平均値 HN が「0.50」より大きい場合には、最大／最小選択値 SN として SN_{MAX} が選択され、「0.50」より小さい場合には、最大／最小選択値 SN として SN_{MIN} が選択される。従って、例えば、原画像のエッジ部分を従来方法により画像縮小したとき、縮小画像の画素の濃度データが中間のグレーよりも濃いグレーとなる部分を上記第 2 の画像縮小処理で縮小すると黒（または黒に近い極めて濃いグレー）とすることができ、同じく、原画像のエッジ部分を従来方法により画像縮小したとき、縮小画像の画素の濃度データが中間のグレーよりも淡いグレーとなる部分を上記第 2 の画像縮小処理で縮小すると白（または白に近い極めて淡いグレー）とすることができ、

【0101】一方で、コントラスト量 C_t が小さい原画像の平坦部や濃度データが滑らかに変化している部分の画像縮小の際には、荷重平均値 HN の混合比率分 k_m を大きくして $Q(tx, ty)$ を求めているので、従来方法や上記第 1 の画像縮小処理と同様に、原画像の平坦部や濃度データが滑らかに変化している部分にノイズ成分があってもそのノイズ成分を軽減し、また、自然な階調変化を損なわずに、画像を縮小することができる。

【0102】図 15 を得た場合と同様の条件で図 27 (a) の原画像を上記第 2 の画像縮小処理で縮小すると、図 15 と同じ結果が得られる。また、縮小率を 9/10 のように「1.0」に近い値で画像縮小する場合でも、上記第 2 の画像縮小処理で画像縮小すれば、エッジを部分的にボケさせることなく画像を縮小することができる。

【0103】なお、上記第 2 の画像縮小処理において、ステップ S3、S14 の処理と、ステップ S6、ステッ

ブ S 15 の処理とを並行して行うようにしてもよいし、ステップ S 15 の処理でステップ S 6 の処理結果を参照しない場合には、さらに、ステップ S 6 の処理と、ステップ S 15 の処理とを並行して行うようにしてもよい。これについては、後述する第 4 の画像縮小処理についても同様に变形実施可能である。

【0104】次に、第 3 の画像縮小処理を図 18、図 19 に示すフローチャートを参照して説明する。なお、この第 3 の画像縮小処理は、1 次元の縮小方向に画素が並ぶ原画像の画素列ごとに、画像縮小処理を行って原画像を前記縮小方向に縮小する場合の処理である。

【0105】この第 3 の画像縮小処理では、ステップ T 2 ~ T 10 で処理対象の 1 画素列分の画像縮小を行い、この処理を縮小方向に直交する方向に並列される各画素列ごとに順次実行して 2 次元の原画像全体を 1 次元の縮小方向に縮小する。なお、図 18、図 19 のフローチャートでは、縮小方向に直交する方向の処理範囲 SH（端部側の画素列を除去して画像縮小する場合）を考慮して、原画像メモリ 32 に記憶されている原画像の縮小方向に直交する方向の i 番目の画素列（X 方向への縮小時には $i = s_y(1)$ 、 $s_y(1) + 1$ 、 $s_y(1) + 2$ 、…であり、Y 方向への縮小時には $i = s_x(1)$ 、 $s_x(1) + 1$ 、 $s_x(1) + 2$ 、…）の縮小結果を縮小画像メモリ 33 の縮小方向に直交する方向の j 番目の画素列（ $j = 1, 2, 3, \dots$ ）として記憶するように処理しているが、原画像メモリ 32 に記憶されている原画像の縮小方向に直交する方向の全画素列を処理対象とする場合には、 $i = j(1, 2, 3, \dots)$ として処理すればよい。

【0106】例えば、図 2 の X 方向を縮小方向とした画像縮小の場合、Y 方向に並列された各画素列を順次処理対象の 1 画素列として処理していく。この場合、原画像の処理対象の 1 画素列（ i 番目の画素列）内の $Q(t_x, j)$ 算出用の $G_x(t_x)$ を決め、処理に必要な画素の濃度データ（ $P(s_x, i)$ ）を原画像メモリ 32 から読み出して画像縮小処理を行い、その結果を縮小画像メモリ 33 の (t_x, j) の座標値の画素の濃度データ $Q(t_x, j)$ として縮小画像メモリ 33 に記憶していく。一方、図 2 の Y 方向を縮小方向とした画像縮小の場合、X 方向に並列された各画素列を順次処理対象の 1 画素列として処理していく。この場合、原画像の処理対象の 1 画素列（ i 番目の画素列）内の $Q(j, t_y)$ 算出用の $G_y(t_y)$ を決め、処理に必要な画素の濃度データ（ $P(i, s_y)$ ）を原画像メモリ 32 から読み出して画像縮小処理を行い、その結果を縮小画像メモリ 33 の (j, t_y) の座標値の画素の濃度データ $Q(j, t_y)$ として縮小画像メモリ 33 に記憶していく。

【0107】図 18 のステップ T 1：初期設定を行う。 j に「1」をセットし、X 方向への縮小の場合は i に s

$y(1)$ を、Y 方向への縮小の場合は i に $s_x(1)$ をセットする。なお、 $s_y(1)$ 、 $s_x(1)$ 、縮小率（ n/m ）、 a_{hx} （X 方向への縮小の場合）、 a_{hy} （Y 方向への縮小の場合）などの必要なデータは、ステップ T 1 の処理に先立ち、設定器 44 などから設定される。

【0108】図 18 のステップ T 2：1 画素列分の画像縮小処理の初期設定を行う。X 方向への縮小の場合は t_x に「1」をセットし、Y 方向への縮小の場合は t_y に「1」をセットする。

【0109】図 18 のステップ T 3（本発明の（1-1）の工程に相当）：縮小画像の算出対象画素（縮小画像の処理対象の画素列内の算出対象画素）の濃度データを算出するのに用いる原画像（原画像の処理対象の画素列内）の算出対象画素区画を画像の縮小率（ n/m ）に応じて決める。

【0110】この算出対象画素区画（ $G_x(t_x)$ または $G_y(t_y)$ ）は、例えば、従来の（1）式に基づき決めることができる（図 25、図 27（a）などを参照）。すなわち、X 方向への縮小の場合は、原画像の Y 方向に並列される画素列のうちの i 番目の画素列内の $s_x(t_x)$ 番目の画素から $s_x(t_x + 1)$ 番目の画素までの区画（ただし、 $n - a_x(t_x) = 0$ の場合には、 $(s_x(t_x) + 1)$ 番目の画素から $s_x(t_x + 1)$ 番目の画素までの区画）を $G_x(t_x)$ とする。また、Y 方向への縮小の場合には、原画像の X 方向に並列される画素列のうちの i 番目の画素列内の $s_y(t_y)$ 番目の画素から $s_y(t_y + 1)$ 番目の画素までの区画（ただし、 $n - a_y(t_y) = 0$ の場合には、 $(s_y(t_y) + 1)$ 番目の画素から $s_y(t_y + 1)$ 番目の画素までの区画）を $G_y(t_y)$ とする。

【0111】また、この処理においても、X 方向への縮小の場合、 a_{hx} を一義的に「0」として $G_x(t)$ を決め、Y 方向への縮小の場合、 a_{hy} を一義的に「0」として $G_y(t)$ を決めてもよい。

【0112】このように算出対象画素区画を決めて、この画素区画内の画素を使って縮小画像の算出対象画素の濃度データを求めることで、原画像の縮小方向の処理範囲 SH 全体を n/m 倍に略均等に縮小することができる。

【0113】図 18 のステップ T 4（本発明の（1-2）の工程に相当）、ステップ T 5（本発明の（1-3）の工程に相当）、ステップ T 6、ステップ T 7、ステップ T 8（本発明の（1-4）の工程に相当）は、上記第 1 の画像縮小処理のステップ S 3、S 4、S 5、S 6、S 7 と同様の処理である。ただし、この第 3 の画像縮小処理では、原画像の処理対象の 1 画素列、及び、そこから決めた 1 次元の算出対象画素区画を中心として処理する。

【0114】X 方向への縮小時のコントラスト量 C_t は

以下の式(8)により算出され、Y方向への縮小時のコントラスト量Ctは以下の式(9)により算出される。

$$Ct = Ct_{L-R} \quad \dots (8)$$

$$Ct = Ct_{U-D} \quad \dots (9)$$

【0115】なお、X方向への縮小時のコントラスト量Ctの算出の際の左の近傍領域ALは、例えば、図20(a)～(e)に示すように設定され、Y方向への縮小時のコントラスト量Ctの算出の際の上の近傍領域AU(AD)は、例えば、図20(f)～(j)に示すように設定される。また、右近傍領域ARは、図20(a)～(e)の左近傍領域ALをGx(tx)の中心CPを回転軸として180°回転させた領域とし、下近傍領域ADは、図20(f)～(j)の上近傍領域AUをGy(ty)の中心CPを回転軸として180°回転させた領域として設定する。

【0116】また、原画像メモリ32に2次元の原画像が記憶されている場合には、原画像の処理対象の画素列の前後の画素列を処理に用いて、1次元の算出対象画素区画を中心として上、下、左、右、左上、右下、右上、左下の適宜の近傍領域を設定して、上記演算式(2)～(7)の適宜の式でコントラスト量Ctを算出するようにしてもよい。

【0117】ステップT5では、ステップT4で算出されたコントラスト量Ctに応じて、ステップS4と同様の処理で、中間値CNと荷重平均値HNとの混合比率[km:(1-km)]を決める。ステップT6では、1次元の算出対象画素区画内に含まれる画素から中央値CNを抽出し、ステップT7では、1次元の算出対象画素区画内に含まれる各画素の濃度データの荷重平均値HNを従来方法と同じ方法で算出し、ステップT8では、ステップS7と同様の処理で、ステップT6で抽出した中央値CNとステップT7で算出した荷重平均値HNとをステップT5で決めた混合比率で混合して、縮小画像の処理対象の画素列内の算出対象画素の濃度データを求める。これにより、1次元の縮小方向への画像縮小において、上記第1の画像縮小処理と同様の効果を得ることができる。

【0118】図19のステップT9では、現在の処理対象の1画素列に対する画像縮小処理が終了したか否かを判定し、終了していなければ、X方向への縮小時はtxをカウントアップし、Y方向への縮小時はtyをカウントアップして(ステップT10)、ステップT3に戻って縮小画像の現在の処理対象の画素列内の次の画素の濃度データを求める。以後、現在の処理対象の1画素列に対する画像縮小処理が終了するまでステップT3～T10の処理を繰り返して、X方向への縮小の場合は、tx=1、2、…と順次カウントアップして、Q(1, j)、Q(2, j)、…の順に縮小画像のY方向に並列される画素列のうちのj番目の画素列を構成する各画素の濃度データを原画像のY方向に並列される画素列のう

ちのi番目の画素列から求めていき、Y方向への縮小の場合は、ty=1、2、…と順次カウントアップして、Q(j, 1)、Q(j, 2)、…の順に縮小画像のX方向に並列される画素列のうちのj番目の画素列を構成する各画素の濃度データを原画像のX方向に並列される画素列のうちのi番目の画素列から求めていく。現在の処理対象の1画素列に対する画像縮小処理が終了すると、図19のステップT11で処理対象の全ての画素列に対する画像縮小処理が終了したか否かを判定し、終了していなければi、jをそれぞれカウントアップして(ステップT12)、図18のステップT2に戻り次の画素列に対する縮小処理を行い、処理対象の全ての画素列に対する画像縮小処理が終了すると処理を終了する。

【0119】X方向への縮小[Y方向への縮小]の場合のステップT9の終了判定は以下のように行う。縮小画像のX方向[Y方向]の画素数(tx(MAX)個[ty(MAX)個])が予め決まっている場合には、Q(tx(MAX), j)[Q(j, ty(MAX))])が求まった時点で処理対象の1画素列分の画像縮小処理を終了する。

【0120】また、X方向[Y方向]について、原画像のsx(1)[sy(1)]番目の画素から最後の画素(sx(MAX)番目の画素[sy(MAX)番目の画素])までをX方向[Y方向]の処理範囲SHとして処理する場合には、Q(tx, j)[Q(j, ty)]の算出に用いる原画像の処理対象の1画素列内の画素がsx(MAX)番目の画素[sy(MAX)番目の画素]に達すると処理対象の1画素列分の画像縮小処理を終了する。

【0121】さらに、X方向[Y方向]の処理範囲SHに後尾の画素の画素No(sx(LIM)[sy(LIM)])を決めている場合には、Q(tx, j)[Q(j, ty)]の算出に用いる原画像の処理対象の1画素列内の画素がsx(LIM)番目の画素[sy(LIM)番目の画素]に達すると処理対象の1画素列分の画像縮小処理を終了する。

【0122】X方向への縮小[Y方向への縮小]の場合のステップT11の終了判定は以下のように行う。縮小画像のY方向[X方向]の画素列の数(ty(MAX)個[tx(MAX)個])が予め決まっている場合には、j=ty(MAX)[j=tx(MAX)]の画素列の縮小処理を終えた時点で処理を終了する。

【0123】また、Y方向[X方向]について、原画像のsy(1)[sx(1)]番目の画素列から最後の画素列(sy(MAX)番目の画素列[sx(MAX)番目の画素列])までをY方向[X方向]の処理範囲SHとして処理する場合には、i=sy(MAX)[i=sx(MAX)]の画素列の縮小処理を終えた時点で処理を終了する。

【0124】さらに、Y方向[X方向]の処理範囲SHに後尾の画素の画素No(sy(LIM)[sx(LIM)])を決めている場合には、i=sy(LIM)[i=sx(LIM)]の画素列の縮小処理を終えた時点で処理を終了する。

【0125】なお、X方向、Y方向の処理範囲SHは、

上記第1の画像縮小処理で説明したように $s_x(1)$ ($s_x(LIM)$)、 $s_y(1)$ 、($s_y(LIM)$)を決めればよい。

【0126】次に、第4の画像縮小処理を図21、図22に示すフローチャートを参照して説明する。この第4の画像縮小処理も、1次元の縮小方向に画素が並ぶ原画像の画素列ごとに、画像縮小処理を行って原画像を前記縮小方向に縮小する場合の処理である。

【0127】この第4の画像縮小処理は、上記第3の画像縮小処理の「中央値CN」に代えて、「最大／最小選択値SN」を用いて画像縮小するようにしたものである。すなわち、原画像の処理対象の1画素列、及び、そこから決めた1次元の算出対象画素区画を中心として、上記第2の画像縮小処理と同様の処理で画像縮小するものである。処理内容自体は、上記第2、第3の画像縮小処理と共通しているのでその詳述は省略する。この第4の画像縮小処理により1次元方向の縮小方向への画像縮小において上記第2の画像縮小処理と同様の効果を得ることができる。

【0128】なお、上記第3、第4の画像縮小処理において、例えば、ラインセンサを用いた画像取り込み装置で各主走査方向の画素列が取り込まれるとすぐにその画素列を画像縮小する場合には、原画像メモリ32を図23のように、主走査方向1画素列分のデータを記憶できるように構成し、画像取り込み装置で主走査方向1画素列分のデータが取り込まれるたびにそのデータを図23の原画像メモリ32に記憶して上記第3、第4の画像縮小処理で順次画像縮小して縮小画像メモリ33に記憶していくように構成してもよい。

【0129】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、請求項1、2に記載の発明によれば、原画像の算出対象画素区画付近のコントラスト量に応じて決めた混合比率で、中央値または最大／最小選択値と荷重平均値とを混合して画像を縮小するようにしたので、原画像のエッジ部分のボケを軽減し、一方で原画像の平坦部や濃度データが滑らかに変化している部分ではノイズ成分を軽減し、自然な階調変化を損なうことなく画像を縮小することができ、品質の良い縮小画像を得ることができる。

【0130】請求項3、4に記載の発明によれば、請求項1、2に記載の発明に係る画像縮小方法を好適に実施できる装置を実現することができる。

【0131】請求項5、6に記載の発明によれば、請求項1、2に記載の発明の方法による画像縮小処理をコンピュータに実行させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る画像縮小装置をコンピュータシステムで構成した場合の装置構成の一例を示すブロック図である。

【図2】原画像メモリの構成を示す図である。

【図3】縮小画像メモリの構成を示す図である。

【図4】第1の画像縮小装置の機能ブロック図である。

【図5】第1の画像縮小処理の手順を示すフローチャートである。

【図6】2次元の算出対象領域と2次元の算出対象画素区画を示す図である。

【図7】原画像と縮小画像の関係を示す図である。

【図8】コントラスト量を算出するのに用いる近傍領域を説明するための図である。

10 【図9】コントラスト量を算出するのに用いる近傍領域の設定例を示す図である。

【図10】コントラスト値／混合比率テーブルの一例を示す図である。

【図11】原画像の算出対象画素区画内の各画素を濃度データの大小順に並べた状態を示す図である。

【図12】白黒の原画像の算出対象画素区画内の各画素を濃度データの大小順に並べた状態を示す図である。

【図13】2次元同時に画像縮小する場合に荷重平均値を算出する際の各画素の荷重の割り振り方を説明するための図である。

20 【図14】処理手順をX方向優先にする場合とY方向優先にする場合を示す図である。

【図15】図27(a)の原画像を第1の画像縮小処理で縮小した結果を示す図である。

【図16】第2の画像縮小装置の機能ブロック図である。

【図17】第2の画像縮小処理の手順を示すフローチャートである。

30 【図18】第3の画像縮小処理の手順を示すフローチャートである。

【図19】同じく第3の画像縮小処理の手順を示すフローチャートである。

【図20】1次元の算出対象画素区画付近のコントラスト量を算出するのに用いる近傍領域を説明するための図である。

【図21】第4の画像縮小処理の手順を示すフローチャートである。

【図22】同じく第4の画像縮小処理の手順を示すフローチャートである。

40 【図23】原画像メモリの変形例の構成を示す図である。

【図24】従来の画像縮小方法を説明するための図である。

【図25】従来の1画素列ごとの画像縮小方法を示す図である。

【図26】従来方法で2次元の原画像を2次元方向に画像縮小する手順を示す図である。

【図27】従来方法の問題点を説明するための図である。

50 【図28】従来方法の別の問題点を説明するための図である。

ある。

【図 29】従来方法の別の問題点を示す図である。

【符号の説明】

10 : CPU

31 : プログラムメモリ

32 : 原画像メモリ

33 : 縮小画像メモリ

34 : テーブルメモリ

45 : 外部記憶装置

51 : 算出対象画素区画決定部

52 : コントラスト量算出部

53 : 混合比率決定部

54 : 中央値抽出部

55 : 荷重平均値算出部

56、57 : 乗算部

58 : 加算部

59 : 制御部

61 : 最大／最小選択値

$P(s_x, s_y)$: 原画像の画素の濃度データ

$Q(t_x, t_y)$: 縮小画像の画素の濃度データ

$G_{xy}(t_x, t_y)$ 、 $G_x(t_x)$ 、 $G_y(t_y)$: 算出対象画素区画

C_t : コントラスト量

10 CN : 中央値

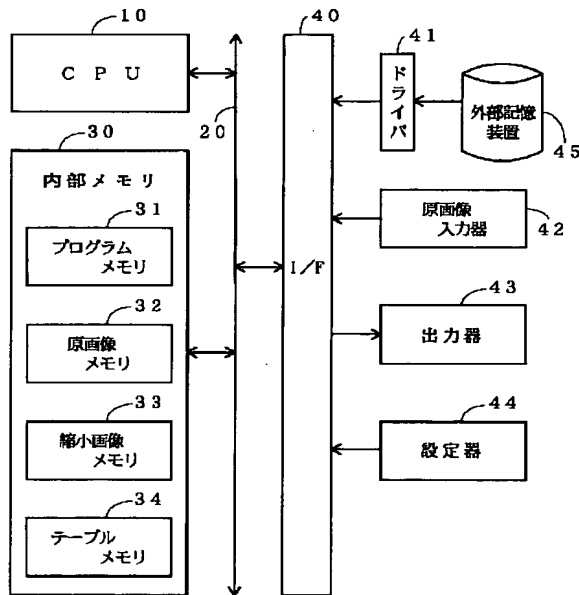
HN : 荷重平均値

SN : 最大／最小選択値

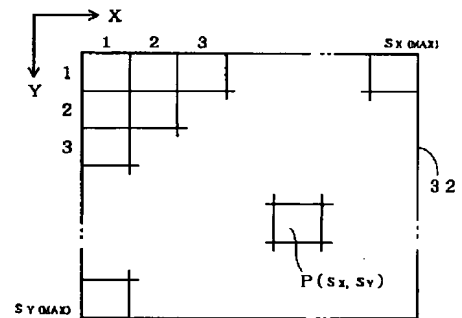
k_m : 中央値、最大／最小選択値の混合比率分

$(1 - k_m)$: 荷重平均値の混合比率分

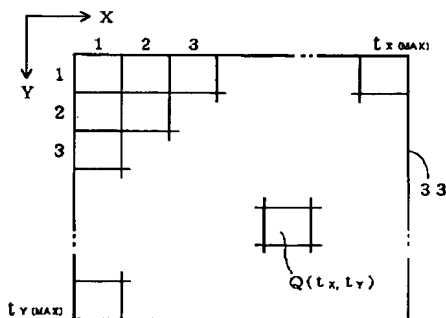
【図 1】



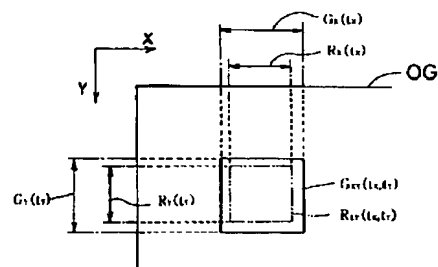
【図 2】



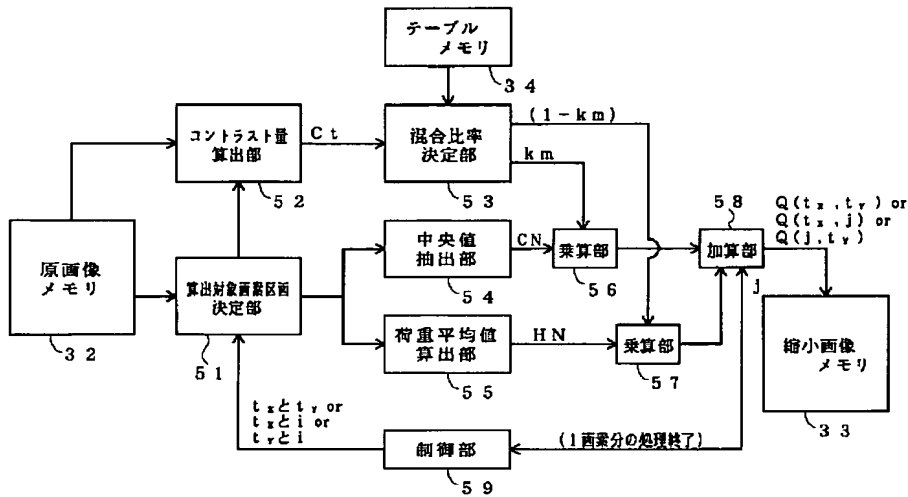
【図 3】



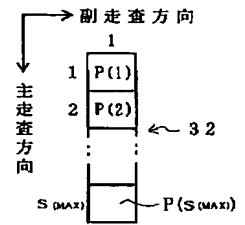
【図 6】



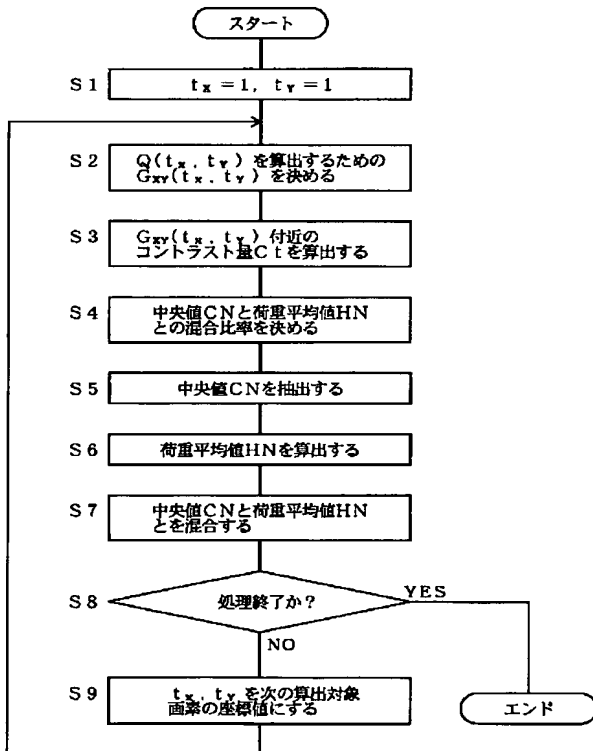
【図4】



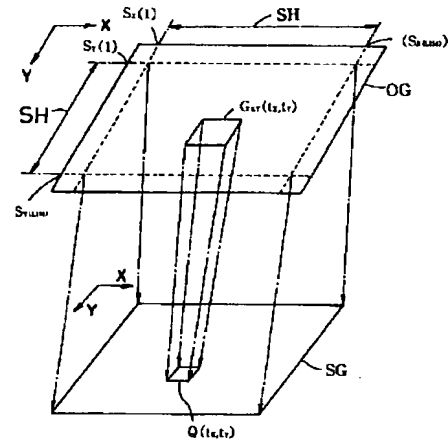
【図23】



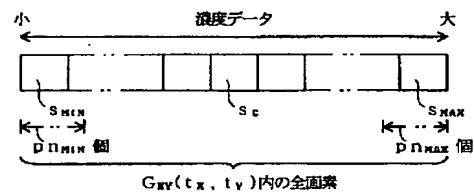
【図5】



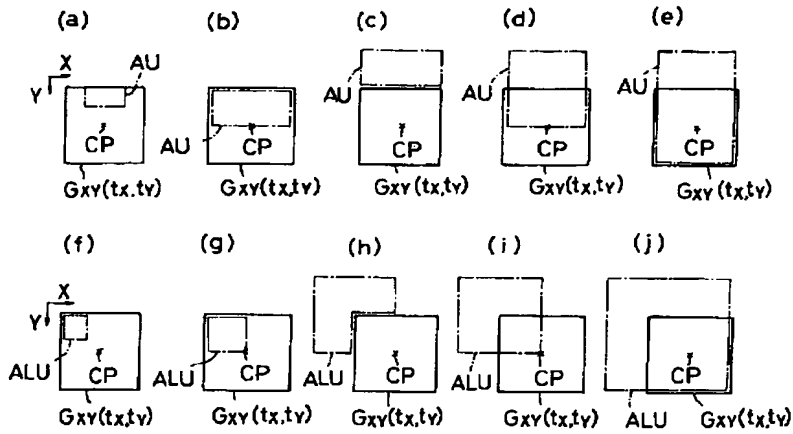
【図7】



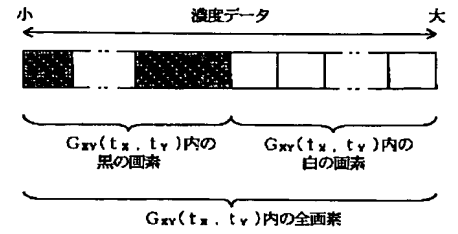
【図11】



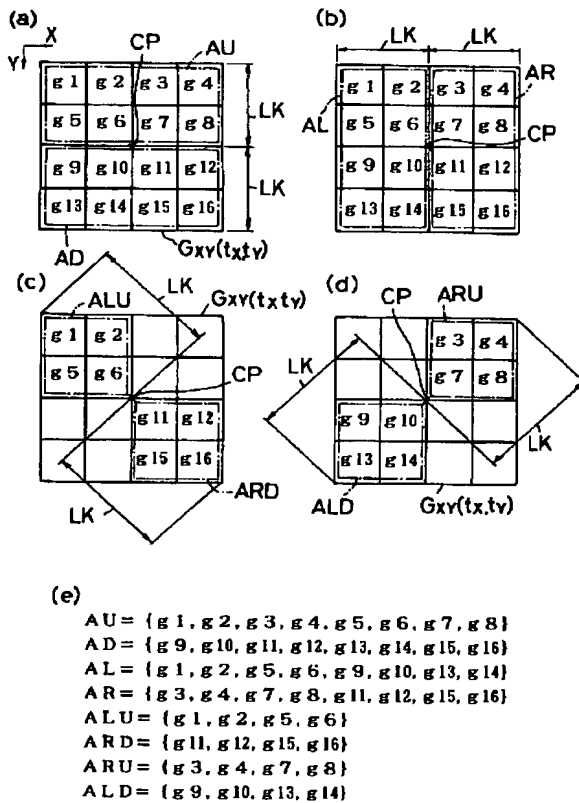
【図8】



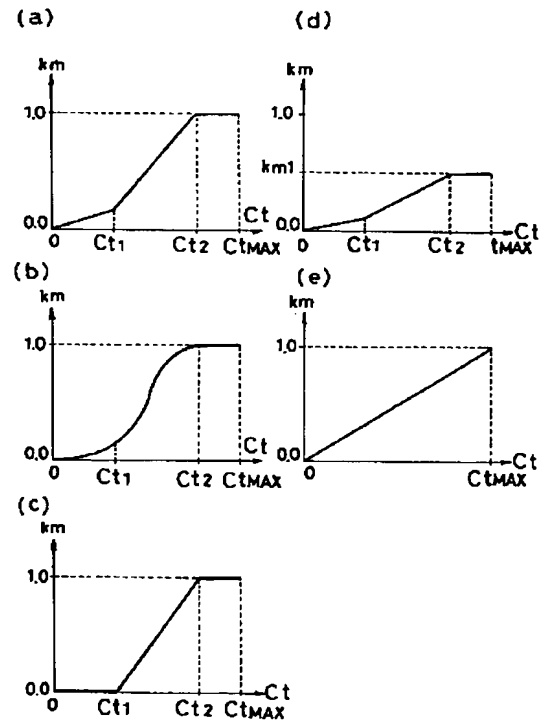
【図12】



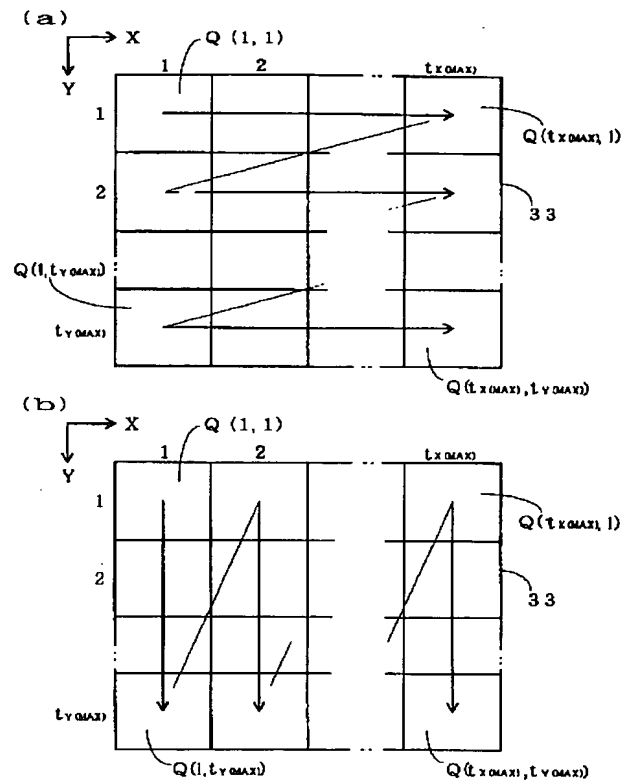
【図9】



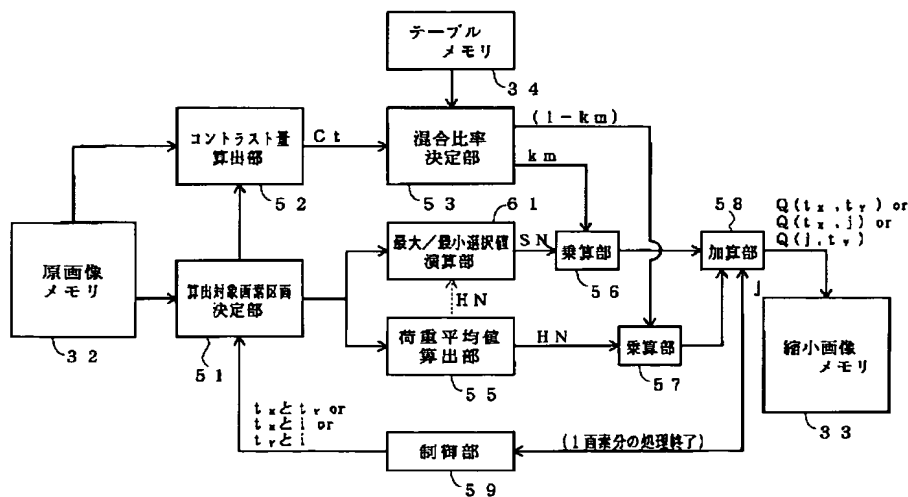
【図10】



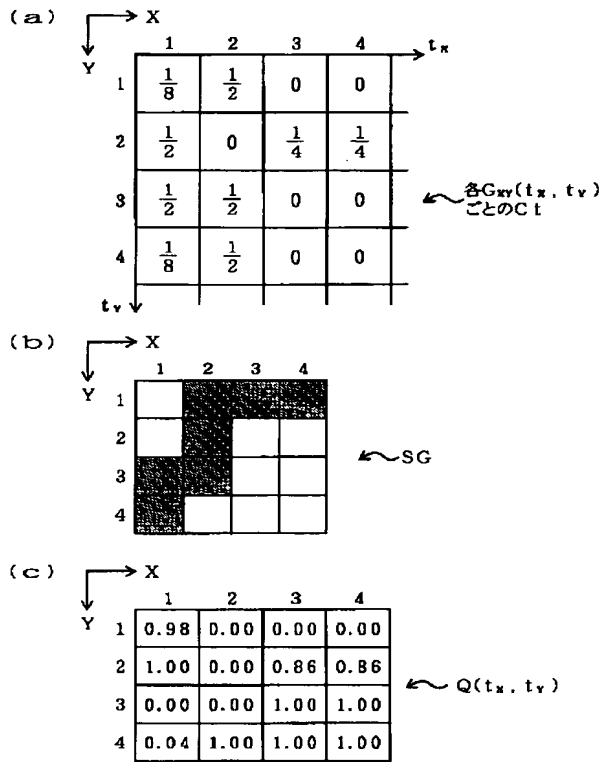
【图 1 4】



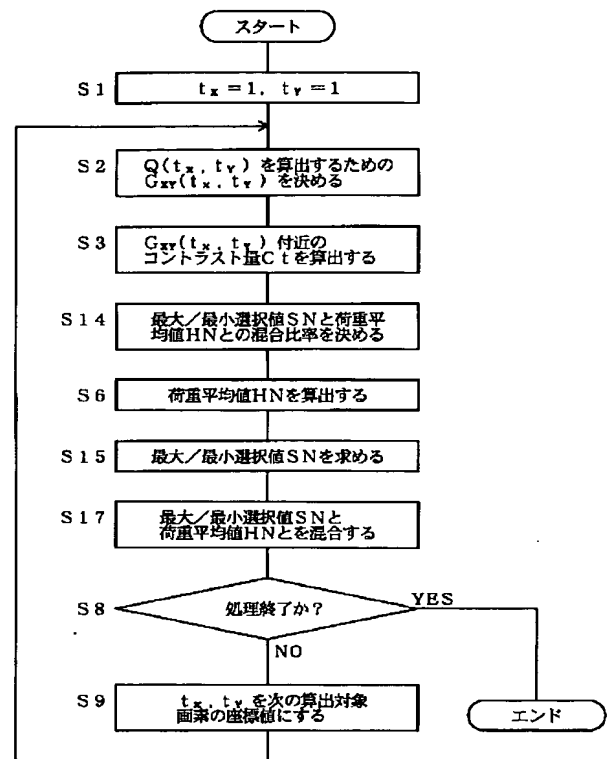
【图 16】



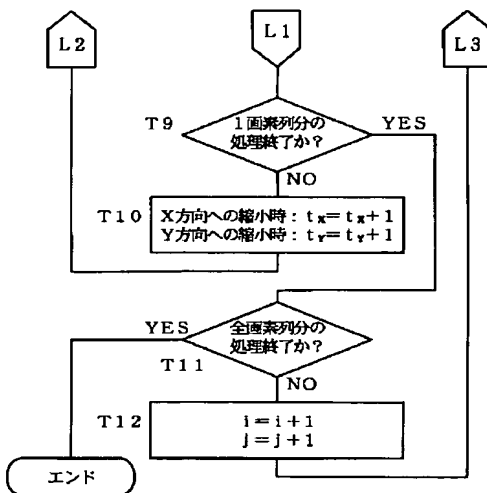
【図15】



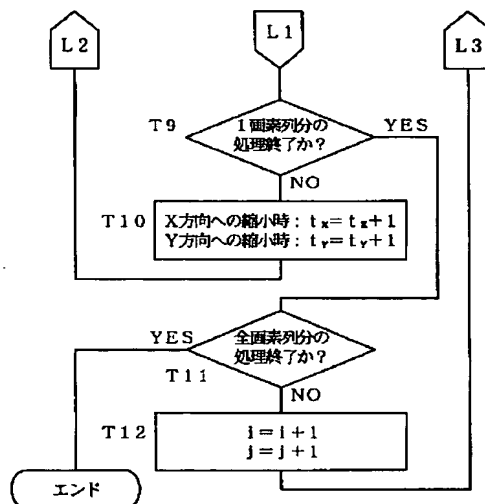
【図17】



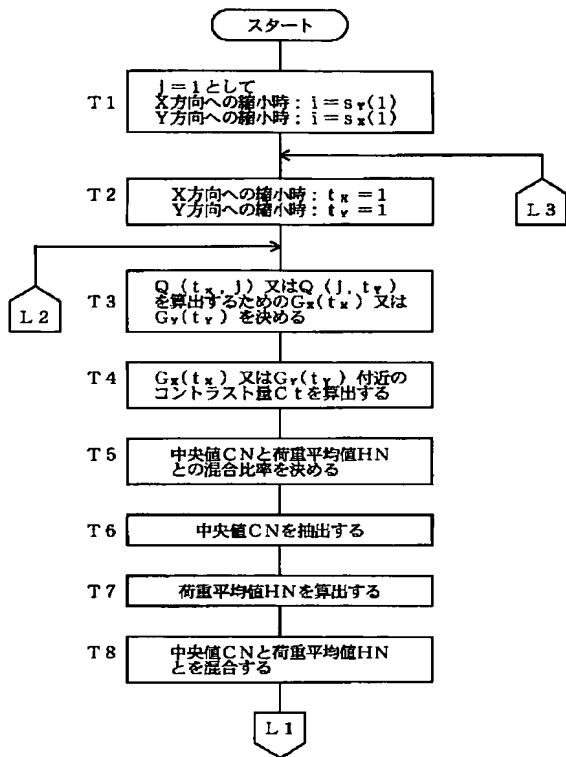
【図19】



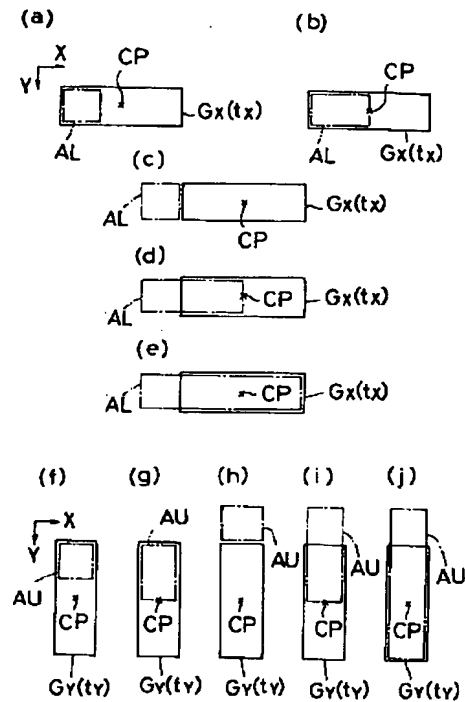
【図22】



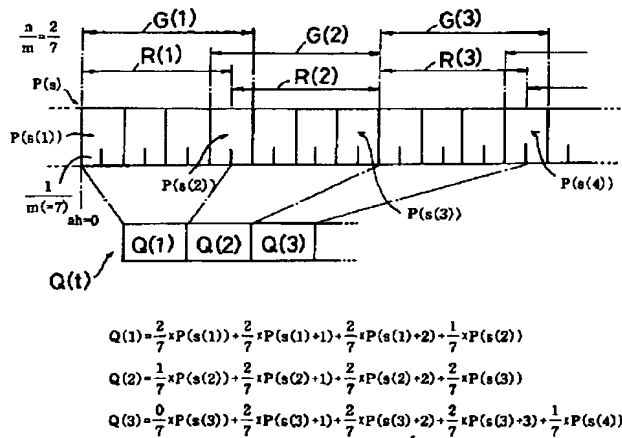
【図18】



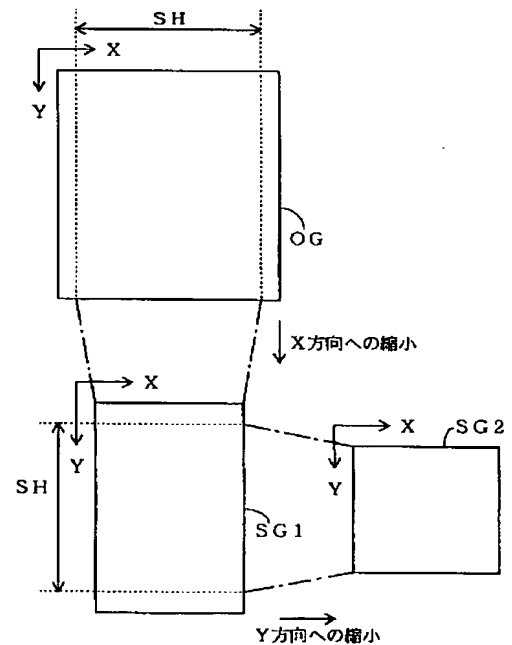
【図20】



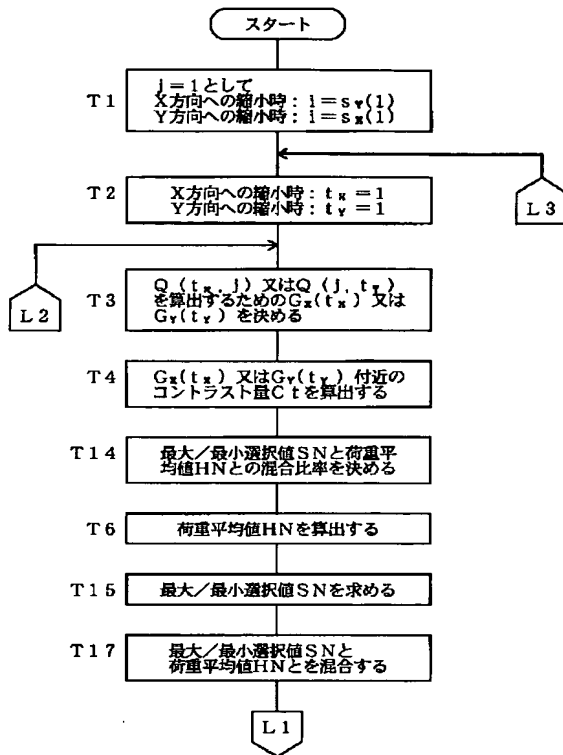
【図25】



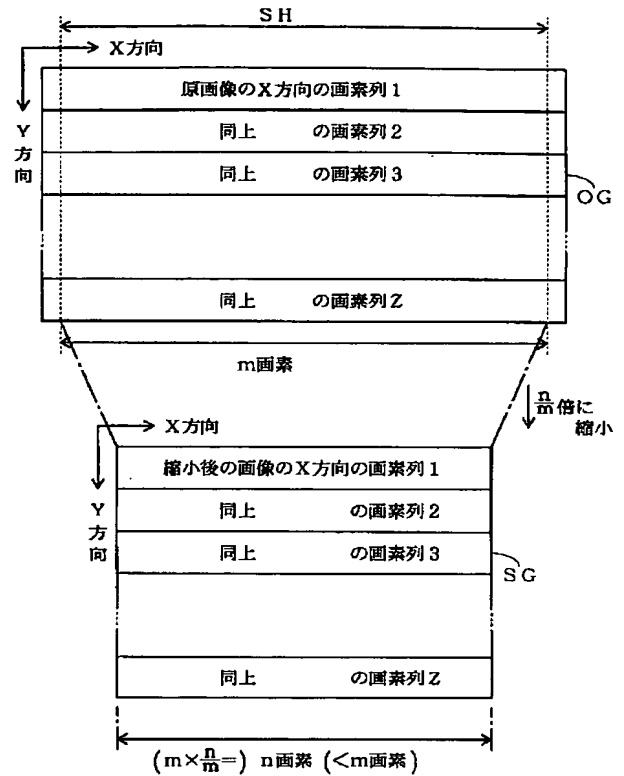
【図26】



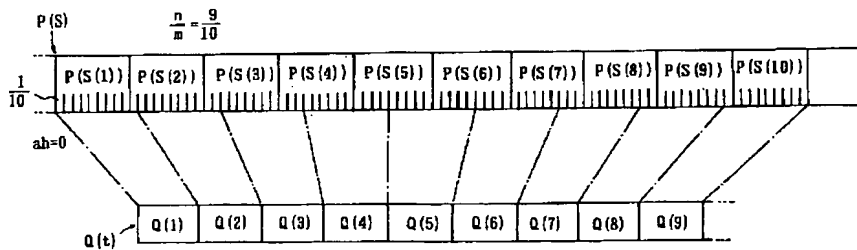
【図21】



【図24】

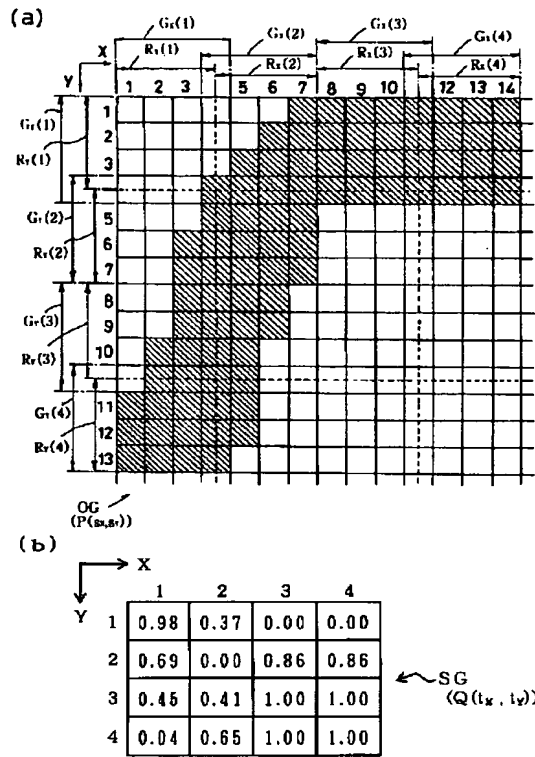


【図28】



$$\begin{aligned}
 Q(1) &= \frac{9}{10} \times P(S(1)) + \frac{1}{10} \times P(S(2)) \quad [P(S(1)) : P(S(2)) = 9 : 1] & Q(6) &= \frac{4}{10} \times P(S(6)) + \frac{6}{10} \times P(S(7)) \quad [P(S(6)) : P(S(7)) = 4 : 6] \\
 Q(2) &= \frac{8}{10} \times P(S(2)) + \frac{2}{10} \times P(S(3)) \quad [P(S(2)) : P(S(3)) = 8 : 2] & Q(7) &= \frac{3}{10} \times P(S(7)) + \frac{7}{10} \times P(S(8)) \quad [P(S(7)) : P(S(8)) = 3 : 7] \\
 Q(3) &= \frac{7}{10} \times P(S(3)) + \frac{3}{10} \times P(S(4)) \quad [P(S(3)) : P(S(4)) = 7 : 3] & Q(8) &= \frac{2}{10} \times P(S(8)) + \frac{8}{10} \times P(S(9)) \quad [P(S(8)) : P(S(9)) = 2 : 8] \\
 Q(4) &= \frac{6}{10} \times P(S(4)) + \frac{4}{10} \times P(S(5)) \quad [P(S(4)) : P(S(5)) = 6 : 4] & Q(9) &= \frac{1}{10} \times P(S(9)) + \frac{9}{10} \times P(S(10)) \quad [P(S(9)) : P(S(10)) = 1 : 9] \\
 Q(5) &= \frac{5}{10} \times P(S(5)) + \frac{5}{10} \times P(S(6)) \quad [P(S(5)) : P(S(6)) = 5 : 5] & &
 \end{aligned}$$

【図 27】



【図 29】

